И. В. Зенкова, А. С. Зайцев, Л. В. Залиш, А. А. Лисковая. ПОЧВООБИТАЮЩИЕ ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARIFORMES: ORIBATIDA) ТАЕЖНОЙ И ТУНДРОВОЙ ЗОН МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ **54**

Д. Н. Ковалев, И. Ю. Попов. ГОДОВОЙ ЦИКЛ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ПРУДОВОЙ НОЧНИЦЫ (*MYOTIS DASYCNEME*) САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ **68**

Методы исследований

А. Ф. Титов, В. Т. Вдовицын, А. М. Крышень, В. А. Лебедев, А. К. Полин. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ) **82**

Хроника

Е. П. Иешко, Д. И. Лебедева, Л. В. Аникиева. Международный симпозиум «Паразиты Голарктики» (Петрозаводск, 4–8 октября 2010 г.) **87**

Юбилеи и даты

В. И. Крутов, О. О. Предтеченская. Владимир Иванович Шубин (к 85-летию со дня рождения) **92**

Рецензии и библиография

С. Ф. Комулайнен. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К «БИБЛИОГРАФИИ РАБОТ ПО ВОДОРОСЛЯМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ» **97**

Правила для авторов **104**

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» **57397**

ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 1, 2011. Серия БИОГЕОГРАФИЯ

ISSN 1997-3217

Труды
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 1, 2011

transactions.krc.karelia.ru

Серия БИОГЕОГРАФИЯ. Выпуск 11

СОДЕРЖАНИЕ

В. Ю. Нешатаева. РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА И ЕГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ **3**

Н. Е. Королева. К СИНТАКСОНОМИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ *DRYAS OCTOPETALA* L. В ФЕННОСКАНДИИ И НА ШПИЦБЕРГЕНЕ **23**

А. А. Ильинов, Б. В. Раевский, О. А. Рудковская, Л. В. Топчиева. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФЕНОТИПИЧЕСКОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ МАЛОНАРУШЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ ФИНСКОЙ (*PICEA X FENNICA*) **37**

П. С. Бурлаков, К. А. Хмара. ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ ОТ ГРОЗ КАК ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БАССЕЙНА РЕКИ СОЯНА НА БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОМ ПЛАТО **48**

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ

КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Серия БИОГЕОГРАФИЯ. Выпуск 11

Петрозаводск
2011

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 1, 2011. Серия БИОГЕОГРАФИЯ, вып. 11

Главный редактор
А. Ф. Титов

Редакционный совет

А. М. Асхабов, В. Т. Вдовицын, Т. Вихавайнен, А. В. Воронин, С. П. Гриппа, Э. В. Ивантер, А. С. Исаев, В. Т. Калинников, В. И. Крутов, Е. В. Кудряшова, А. М. Крышень (зам. главного редактора), В. В. Мазалов, Ф. П. Митрофанов, И. И. Муллонен, Н. Н. Немова, В. В. Окрепилов, О. Н. Пугачев, Ю. В. Савельев, Н. Н. Филатов, А. И. Шишкин, В. В. Щипцов, Ф. Н. Юдахин

Editor-in-Chief
A. F. Titov

Editorial Council

A. M. Askhabov, V. T. Vdovitsyn, T. Vihavainen, A. V. Voronin, S. P. Grippa, E. V. Ivanter, A. S. Isaev, V. T. Kalinnikov, V. I. Krutov, E. V. Kudryashova, A. M. Kryshen' (associate editor), V. V. Mazalov, F. P. Mitrofanov, I. I. Mullonen, N. N. Nemova, V. V. Okrepilov, O. N. Pugachyov, N. N. Filatov, Yu. V. Saveliev, A. I. Shishkin, V. V. Schiptsov, F. N. Yudakhin

Редакционная коллегия серии «Биогеография»

А. В. Артемьев, В. Ф. Брязгин, Х. Васандер, А. Е. Веселов, А. Н. Громцев, П. И. Данилов, Е. П. Иешко, С. Ф. Комулайнен, А. В. Кравченко, А. М. Крышень (отв. редактор), О. Л. Кузнецов, В. И. Кухарев, О. О. Предтеченская (отв. секретарь), А. И. Слабунов, Н. Г. Федорец, В. Т. Ярмишко

Editorial board of «Biogeography» series

A. V. Artem'ev, V. F. Bryazgin, H. Vasander, A. E. Veselov, A. N. Gromtsev, P. I. Danilov, E. P. Ieshko, S. F. Komulainen, A. V. Kravchenko, A. M. Kryshen' (editor-in-chief), O. L. Kuznetsov, V. I. Kuharev, O. O. Predtechenskaya (Executive Secretary), A. I. Slabunov, N. G. Fedorets, V. T. Yarmishko

ISSN 1997-3217

Зав. редакцией Н. В. Михайлова
Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
тел. (8-8142)780109; (8-8142)769600
E-mail: trudy@krc.karelia.ru
Электронная полнотекстовая версия: http://transactions.krc.karelia.ru

---

© Карельский научный центр РАН, 2011

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 3–22

УДК 581.524.4 (571.66) + 911.6

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА И ЕГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

В. Ю. Нешатаева

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

На основании материалов многолетних полевых исследований разработано новое геоботаническое районирование Камчатки. Обосновано отнесение территории полуострова к *Камчатской лиственно-лесной подобласти Евразиатской таежной области*. В пределах подобласти выделено 6 провинций и 20 округов, приведена характеристика растительного покрова, охарактеризованы особенности его зональной дифференциации и высотной поясности. Обсуждаются принципы геоботанического районирования горных территорий.

Ключевые слова: высотная поясность, геоботаническое районирование, полуостров Камчатка, растительный покров.

V. Yu. Neshataeva. THE PLANT COVER OF THE KAMCHATKA PENINSULA AND ITS GEOBOTANICAL SUBDIVISION

The territory of the Kamchatka Peninsula is considered to be a special *Kamchatka deciduous forest sub-region of the Eurasian taiga region*. The plant cover of the sub-region is characterized by the predominance of stone-birch (*Betula ermanii*) forests. The area was subdivided into 6 geobotanical provinces and 20 districts. The plant cover of the units is described.

Key words: altitudinal zonality, geobotanical subdivision, Kamchatka Peninsula, plant cover.

Полуостров Камчатка расположен между 50°52′ и 60°52′ с. ш. и 155°34′ и 164°00′ в. д., его площадь составляет 350 000 км^2. Протяженность полуострова с севера на юг 1 200 км, максимальная ширина 480 км. Северная граница полуострова, отделяющая его от Корякского нагорья, проходит по линии бухта Рекинники – залив Анапка. Территория Камчатки представляет собой систему складчатых и вулканических горных хребтов, разделенных продольными депрессиями. Важнейшие орографические структуры полуострова – Срединный и Восточный хребты, Центральная Камчатская депрессия, Западно-Камчатская и Восточно-Камчатская низменности – ориентированы меридионально.

Климат Камчатки холодный, избыточно-влажный, с многоснежной зимой. Среднегодовая сумма активных температур (выше 10 °С) не превышает 1 200°. Средняя температура июля не превышает 15 °С, февраля – от –10 °С до –20 °С. Среднегодовое количество осадков составляет от 350 мм (в Центральной долине Камчатки) до 1000 мм (на побережьях). Средняя мощность снегового покрова около 100 см, на побережьях до 300 см. Во всех районах полуострова осадки преобладают над испарением, коэффициент увлажнения (по Н. И. Иванову) не менее 1.3.

Сложный рельеф, различные климатические условия, активный вулканизм определяют

высокую пестроту почвенного покрова полуострова. Почвообразование происходит под воздействием сочетания зональных факторов и химизма свежего вулканического материала. Извержения вулканов сопровождаются поступлением на поверхность рыхлых вулканических продуктов – пепла, песка, пемзы, шлака. Под влиянием частых пеплопадов мощность почвенного профиля увеличивается, формируются вулканические слоисто-пепловые и слоисто-охристые почвы. Они отличаются слоистостью и полигенностью профиля, состоящего из двух и более наложенных друг на друга элементарных профилей, в каждом из которых выделяются органогенные и органоминеральные горизонты и прослойки вулканического пепла.

Таким образом, п-ов Камчатка отличается обособленным географическим положением и чрезвычайно своеобразными природными условиями. Это обусловлено как сложной геологической историей, своеобразными климатическими особенностями, сильно расчлененным горным рельефом, так и постоянным воздействием современного вулканизма. В связи с этим Камчатка характеризуется своеобразным растительным покровом, что дает основание большинству исследователей рассматривать территорию полуострова как особую единицу районирования высокого ранга. В большинстве существующих схем природного, физико-географического или ландшафтного районирования полуостров Камчатка выделяется в ранге провинции [Естественноисторическое районирование.., 1947; Любимова, 1961; Сочава, 1962а, б; Куницын, 1963а, б; Кожемяко, 1963; Потапова, 1963; Исаченко, 1985] либо как область в системе геоботанического районирования [Васильев, 1947; Колесников, 1961, 1963; Хоментовский и др., 1989; Нешатаева, Нешатаев, 2000].

Для Камчатки имеется ряд схем геоботанического районирования. Первая из них разработана Я. Я. Васильевым [1947], территория полуострова отнесена им к Камчатской травяно-лиственнолесной области, выделено пять округов: 1) *Западно-Камчатский прибрежный*, 2) *Средне-Камчатский горный*, 3) *Внутри-Камчатский* и 4) *Восточно-Камчатский горный,* 5) *Командорские о-ва.* Еще два округа дополнительно выделены Е. М. Лавренко: 6) *Северо-Курильский* и 7) *Средне-Курильский* [Геоботаническое районирование.., 1947]. Позже Е. М. Лавренко [1950] относил п-ов Камчатка с прилегающими островами к *Северотихоокеанской луговой области.*

Другое геоботаническое районирование Камчатской области разработано Б. П. Колесниковым [1961, 1963]. Полуостров Камчатка с прилегающей материковой частью отнесен им к двум геоботаническим областям. В *Берингийскую лесотундровую область* он включил Корякское нагорье, Парапольский дол, Пенжинский и Пенжино-Анадырский округа, а также три горных округа на п-ове Камчатка: 1) *Восточного Камчатского хребта*, 2) *Срединного Камчатского хребта*, 3) *Предгорий Срединного хр.* и *о-ва Карагинский*. Остальную территорию полуострова он отнес к *Северотихоокеанской луговолиственнолесной области*, в пределах которой выделил 5 округов: 1) *Западно-Камчатский*, 2) *Центрально-Камчатский*, 3) *Петропавловский*, 4) *Лопаткинско-Северокурильский и* 5) *Командорский*. Существенным недостатком этого районирования является отнесение горных систем и прилежащих межгорных долин к разным геоботаническим областям, что, на наш взгляд, ошибочно. Кроме того, при выделении округов автор не придерживается единых принципов. В основу выделения равнинных округов им положена плакорная растительность. В то же время горные округа он выделяет по высотно-поясной растительности тундр, редколесий и стлаников, что заставило его отнести горные округа полуострова к лесотундровой области. В связи с этим геоботаническое районирование Б. П. Колесникова, по нашему мнению, является принципиально неверным.

Третье геоботаническое районирование п-ова Камчатка предложено П. А. Хоментовским с соавт. [Хоментовский и др., 1989]. В основу положена схема горных округов Б. П. Колесникова, не учитывающая плакорную растительность. Авторы подчеркивают преобладание на полуострове лесотундровой растительности, к которой они относят горные лиственничные редколесья и сообщества стлаников. Авторы отнесли п-ов Камчатка к *Камчатской полуостровной тундрово-лесистой* области, в пределах которой выделили 3 провинции: 1) *Центрально-Камчатская равнинно-предгорная провинция хвойно-каменноберезовых лесов*, 2) *Срединно-Западная среднегорно-равнинная каменноберезово-тундроволесная провинция*, 3) *Восточная горно-прибрежная каменноберезово-тундроволесная провинция.* По нашему мнению, это геоботаническое районирование, выполненное по высотно-поясной растительности гор и не учитывающее плакорную растительность равнинных территорий, также нельзя признать правильным.

Материалы и методы

В основу нового геоботанического районирования положены результаты детально-марш-

рутных геоботанических исследований, проведенных в 1974–2009 гг. полевыми отрядами Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и СПбГУ. Было выполнено около 4000 геоботанических описаний, заложено 45 опорных геоботанических профилей общей протяженностью около 250 км. При анализе закономерностей распределения растительного покрова использовали также литературные и фондовые материалы: «Геоботаническая карта Кроноцкого заповедника» под ред. Ю. Н. Нешатаева, М 1 : 100 000 [1979]; Карта «Леса СССР» под ред. А. С. Исаева, М 1 : 2 500 000 [1990]; «Карта растительности Южно-Камчатского природного парка», составленная В. Ю. Нешатаевым и В. Ю. Нешатаевой, М 1 : 300 000 [1992]; «Геоботаническая карта центральной части Южно-Камчатского заказника», М 1 : 100 000, составленная В. Ю. Нешатаевым и В. Ю. Нешатаевой [1993]; «Карта растительности трассы магистрального газопровода Кшук – Петропавловск-Камчатский», М 1 : 500 000, составленная Л. И. Рассохиной и Т. И. Кузякиной [2000]; планы лесонасаждений Петропавловского, Елизовского, Быстринского, Усть-Большерецкого, Усть-Камчатского, Атласовского и Мильковского лесхозов, М 1 : 100 000; топографические карты М 1 : 100 000 и 1 : 200 000, аэрофотоснимки и космические снимки.

Принципы и основные единицы геоботанического районирования

Геоботаническое районирование представляет собой результат анализа широтной и региональной дифференциации растительного покрова на разных уровнях его организации [Сочава, 1979; Геоботаническое районирование.., 1989]. Оно отражает закономерности пространственной дифференциации растительного покрова, как зональные, так и провинциальные, и выявляет признаки растительного покрова, характерные для различных единиц районирования, а также признаки, общие для единиц различных уровней. Геоботаническое районирование – это типологическая схема растительного покрова, исторически сложившегося на данной территории. Главным критерием районирования являются признаки самого растительного покрова, а не условий его существования. При геоботаническом районировании учитывают типы растительных сообществ, состав доминантов-эдификаторов плакорных и неплакорных сообществ, набор дифференцирующих видов, характерных для экологических и географических вариантов плакорных сообществ [Лавренко, 1947; Геоботаническое районирование.., 1989].

Основные принципы геоботанического районирования разработаны в Отделе геоботаники Ботанического института АН СССР. В 1935 г. в БИН АН СССР состоялась дискуссия «Принципы и методы геоботанического районирования», в которой участвовали Е. М. Лавренко, Б. Н. Городков, А. П. Шенников, С. Я. Соколов, А. В. Прозоровский и др. [Принципы.., 1940]. В 1940 г. были подготовлены к печати «Карта геоботанических районов СССР» и сопроводительный текст к ней [Васильев и др., 1940], опубликованные после окончания Великой Отечественной войны [Геоботаническое районирование.., 1947]. Дальнейшее развитие принципы и единицы геоботанического районирования получили в работах многих авторов [Сочава, 1945, 1948, 1952, 1958, 1961, 1966, 1979; Лавренко, 1947, 1948, 1950, 1968; Исаченко, 1962; Карамышева, Рачковская, 1969; Куминова, 1970, 1971; Юрцев, Сафронова, 1973; Ильина, 1975; Лавренко, Исаченко, 1976; Исаченко, Лавренко, 1980; Малышев, 1987; Геоботаническое районирование.., 1989; Огуреева, 1991; Волкова, 1994, 1997; Сафронова, 1996; Рачковская и др., 2003 и др.].

Наиболее крупной единицей подразделения растительного покрова является *геоботаническая область* (*зона*), выделяемая по господству одного или нескольких типов растительности, которые соответствуют зональным климатическим условиям. При этом в каждой области могут встречаться сопутствующие фитоценозы, относящиеся к другим типам растительности, занимающие иногда значительные площади. Например, в таежной области наряду с лесами широко распространена растительность болот. Геоботаническая область характеризуется преобладанием на плакорах определенного типа растительности, а также ряда сопутствующих ему типов растительности, приуроченных к неплакорным местообитаниям. Для геоботанической области характерна определенная система типов высотной поясности растительности. В пределах геоботанических областей различаются *подобласти*, отличающиеся по особенностям типологии и структуры растительного покрова в пределах области. В связи с закономерным изменением растительного покрова с севера на юг в пределах областей (подобластей, провинций) выделяются *широтные полосы.* В соответствии с региональными изменениями структуры растительного покрова с запада на восток различаются *географические варианты*. Они характеризуются изменением роли тех или иных видов в растительном покрове, наличием или отсутствием дифференциальных видов [Сафронова и др.,

1999]. Геоботанические области (подобласти) подразделяются на провинции. *Провинции* характеризуются набором плакорных формаций, а также определенным типом высотной поясности растительности, т. е. отличаются по видовому составу основных эдификаторов плакорных сообществ. По набору подзональных полос, набору и соотношению эдафических вариантов плакорных сообществ, а также по составу дифференцирующих видов преобладающих плакорных ассоциаций иногда выделяют *подпровинции.* Подпровинция характеризуется определенным соотношением типов плакорных сообществ, их эдафических вариантов, территориальных единиц, а также наличием специфических региональных неплакорных сообществ. Таким образом, подпровинции отличаются друг от друга по составу эдификаторов коренных плакорных сообществ и другим флористическим особенностям фитоценозов [Геоботаническое районирование.., 1989]. Провинции и подпровинции подразделяются на *округа.* Округ характеризуется определенным набором растительных ассоциаций, обусловленным почвенно-геоморфологическими факторами, а также определенным подтипом (или вариантом) высотной поясности растительности. При выделении округов существенное значение имеет не только плакорная растительность, но также и растительность неплакорных местообитаний (пойм, болот, приморских маршей и др.). Таким образом, важнейшей характеристикой округа является определенное соотношение плакорных и неплакорных типов сообществ. При этом для плакорных типов сообществ и их вариантов учитывают те же единицы (группы ассоциаций), что и для подпровинций, для болот – типы болотных массивов. Границы округов не выходят за рамки широтных полос. Округ является основной единицей региональной размерности, поскольку именно округа отражают качественные характерные черты растительного покрова в пределах провинции [Куминова, 1970, 1971; Сочава, 1979; Геоботаническое районирование.., 1989 и др.].

Геоботаническое районирование горных территорий представляет собой более сложную задачу, чем районирование равнин. В горных районах выражена тесная связь между дифференциацией растительного покрова и геоморфологическими особенностями горных систем. На фоне общих зональных закономерностей структуры растительного покрова здесь особое значение имеет высотная поясность растительности. В горных районах мы выделяем аналоги плакоров (в смысле В. Б. Сочавы, 1979). Особенности горной растительности отражены при выделении единиц районирования высокого уровня (провинций), как это принято в Лаборатории географии и картографии растительного покрова БИН РАН [Волкова, 1994, 1997; Сафронова, 1996; Рачковская и др., 2003 и др.]. Горная провинция характеризуется общностью зонального и секторного положения горных систем, единой группой типов поясности растительности и общностью истории формирования флоры и растительности [Рачковская и др., 2003]. Закономерности типологической структуры растительности горного округа в наибольшей степени связаны с рельефом, а потом уже с широтным положением. Как следствие, структура растительного покрова округа и соотношение площадей различных типологических единиц растительности могут заметно отличаться от типичной структуры соответствующей широтной полосы подпровинции, к которой этот округ относится. В таком случае целесообразно выделять *экстразональные округа* [Геоботаническое районирование.., 1989]. По особенностям структуры растительного покрова, отражающим своеобразие геологических, геоморфологических и почвенных условий, на основании картометрического анализа в пределах округов выделяются *районы*. Однако в связи с отсутствием до настоящего времени крупномасштабных геоботанических карт для большей части п-ова Камчатка, геоботаническое районирование доведено нами только до уровня округов.

Общие закономерности растительного покрова Камчатки

Зональная дифференциация растительного покрова. Основной географической закономерностью, которой подчиняется дифференциация растительного покрова, является зональность. Зональные закономерности растительного покрова определяются широтными изменениями климатических показателей, прежде всего количеством и соотношением тепла и влаги. Наиболее четко зональные закономерности растительного покрова выражены на равнинах. На территории п-ова Камчатка, разделенной высокими горными хребтами, простирающимися меридионально, зональные закономерности растительного покрова лучше всего проявляются на приморских равнинах и в широких межгорных депрессиях, также имеющих меридиональное простирание. Таким своеобразным явлением «меридионального» проявления зональности растительного покрова территория Камчатки весьма сходна с

западным побережьем Северной Америки, где широтные зоны растительности также простираются вдоль горных хребтов. Мы присоединяемся к тем исследователям, которые относят Камчатку к *таежной зоне*, несмотря на то, что таежная зона, как правило, характеризуется преобладанием хвойных лесов. В приокеанических районах восточного и западного побережий Евразии распространены коренные березовые леса, образованные на тихоокеанском побережье Азии каменной березой (*Betula ermanii*)[1], а на атлантическом побережье Европы – березой извилистой (*B. pubescens* subsp. *tortuosa*), которые замещают на обоих побережьях хвойные леса. L. Hämet-Ahti и T. Ahti [1969] убедительно обосновали необходимость отнесения приокеанических березовых лесов Евразии и Северной Америки к бореальной зоне. Они считают, что приокеанические березняки, образованные *B. ermanii* и *B. pubescens* subsp. *tortuosa*, являются экологически и физиономически сходными, гомологичными формациями [Hämet-Ahti, Ahti, 1969; Хамет-Ахти, 1976; Hämet-Ahti, 1981, 1987]. Ботанико-географический феномен существования бореальных приокеанических березняков объясняется воздействием холодного и влажного климата побережий.

На Камчатке равнины расположены на побережьях Охотского, Берингова морей и Тихого океана, а также в Центральной Камчатской депрессии. На карте «Зоны и типы поясности растительности...» [1999] вся территория полуострова Камчатка отнесена к подзоне северной тайги. Мы также относим бóльшую часть равнин полуострова к подзоне северной тайги. *Западно-Камчатский географический вариант*, выделенный И. Н. Сафроновой и др. [1999], отличается господством в растительном покрове каменноберезовых лесов из *Betula ermanii* и широким распространением субокеанических верховых болот-плащей. Центральную Камчатскую депрессию мы относим к подзоне средней тайги, поскольку здесь широко распространены кустарничковые и мелкотравно-зеленомошные хвойные леса в сочетании с кустарничково-сфагновыми болотами и лиственничными марями. Мы выделяем особый *Центрально-камчатский географический вариант*, отличающийся участием в растительном покрове ельников из *Picea ajanensis* мелкотравно-зеленомошных и лиственничников из *Larix cajanderi* кустарниково-разнотравных, багульниковых, зеленомошных с кедровым стлаником. *Восточно-Камчатский географический вариант*, выраженный на побережье Берингова моря, мы относим к подзоне лесотундры. Он отличается господством в растительном покрове кедрового и ольхового стлаников (*Pinus pumila*, *Alnus Kamtshatica*) и широким распространением сообществ приморских кустарничковых тундр (вороничников).

Вертикальная поясность растительного покрова. Бóльшая часть полуострова Камчатка занята горными системами. Наиболее крупными являются системы Срединного и Восточного хребтов, имеющие меридиональное простирание. Пространственная дифференциация растительного покрова в горных районах определяется прежде всего особенностями общей циркуляции атмосферы, т. е. зависит от положения горной страны в системе широтной зональности растительного покрова. Кроме того, вертикальная дифференциация растительного покрова обусловлена геоморфологическими и ландшафтными особенностями территории (размерами горных массивов, высотой и барьерной ролью хребтов, характером расчленения поверхности и др.). Этими факторами определяется неравномерное поступление тепла и влаги на склоны различной формы (выпуклые, вогнутые), разной экспозиции и крутизны. Поэтому каждой широтной зоне присущ свой спектр высотных поясов растительности [Васильев и др., 1940; Еленевский, 1940; Толмачев, 1948; Лавренко, 1950, 1964; Станюкович, 1955, 1973; Сафронова и др., 1999]. Р. А. Еленевский [1940] впервые привел характеристику горно-поясной системы океанического типа, в которой выделил альпийский, субальпийский и лесной высотные пояса растительности. Я. Я. Васильев с соавт. [Васильев и др., 1940] установили особый Камчатский (гольцово-березово-лесной) тип поясности растительности. А. И. Толмачев [1948] указывал, что в горных районах с выраженным океаническим климатом встречается альпийский (высокогорно-луговой) тип поясности, а гольцовый (горно-тундровый) тип поясности характерен для континентальных районов Сибири и Дальнего Востока. К. В. Станюкович [1955, 1973] выделил группу приморских типов поясности растительности, которая соответствует горно-поясной системе океанического типа Р. А. Еленевского [1940]. В ее составе выделено три типа поясности: 1) островной северотихоокеанский, 2) береговой (прибрежный) северотихоокеанский, 3) береговой (прибрежный) атлантический. К. В. Станюкович [1973] различал на Камчатке несколько типов поясности. Типы поясности Восточной и Западной Камчатки он

[1] Названия сосудистых растений даны по В. В. Якубову и О. А. Чернягиной [2004].

включал в *береговую тихоокеанскую группу типов поясности*, для которой, по его мнению, характерны следующие высотные пояса: I. Нижний узкий пояс лиственничных лесов с примесью темнохвойных. II. Широкий пояс каменноберезовых лесов. III. Широкий пояс кедрового стланика. IV. Пояс тундр и лугов, для которого «характерны широкие луговые пространства» [Станюкович, 1973, с. 90]. Типы поясности Центральной Камчатки он включает во *влажно-континентальную группу типов поясности востока Евразии*, для которой характерны четыре высотных пояса растительности: I. Узкий пояс лиственничных лесов. II. Пояс каменноберезовых лесов. III. Пояс кедрового стланика. IV. Пояс тундр с пятнами лугов. Тип поясности Южной Камчатки он относит к *островной тихоокеанской группе типов поясности*, для которой характерно наличие трех высотных поясов: I. Пояс каменноберезняков. II. Пояс стлаников и кустарников. III. Пояс тундр и лугов. По нашему мнению, К. В. Станюкович недостаточно четко отграничил береговые Камчатские типы поясности от влажно-континентальных типов. В соответствии с имеющимися у нас данными, не следует выделять в островной тихоокеанской группе типов поясности, к которой он относит южную оконечность Камчатки, северные Курилы и Командоры, пояс каменноберезняков, который здесь отсутствует. Неверным является также указание на то, что «для пояса стлаников и кустарников характерны пятна высокотравий» [Станюкович, 1973, с. 97]. В действительности для указанных районов высокотравные сообщества не характерны.

Другой подход к выделению и наименованию высотных поясов растительности разработан Л. Хамет-Ахти [Hämet-Ahti, 1963, 1965, 1978, 1979, 1981, 1987; Ahti et al., 1968; Hämet-Ahti, Ahti, 1969; Hämet-Ahti et al., 1974; Хамет-Ахти, 1976]. Для бореальной зоны Северо-Восточной Азии она установила пять высотных поясов: орогемибореальный пояс, нижний, средний и верхний оробореальные пояса и орогемиарктический пояс [Хамет-Ахти, 1976; Hämet-Ahti, 1981]. Для Камчатки Л. Хамет-Ахти [1976] выделяет три оробореальных пояса: 1) средний оробореальный, образованный на приморских склонах каменной березой и сообществами ольхового (на западном побережье с участием кедрового) стланика, в континентальных долинах – елью аянской и лиственницей; 2) верхний оробореальный, образованный во всех районах сообществами ольхового и кедрового стлаников; 3) орогемиарктический, образованный сообществами кедрового стланика (с примесью ольхового). Систему высотных поясов Л. Хамет-Ахти подвергли критике Л. И. Малышев [1977], П. Л. Горчаковский и В. Б. Куваев [1985]. Мы согласны с ними в том, что принятые Л. Хамет-Ахти наименования поясов (нижний, средний, верхний) основаны на признаках рельефа, а не растительного покрова. Также не совсем удачны ее попытки разработать единую типологию для высотных поясов растительности северного и южного полушарий. По нашему мнению, типология высотной поясности растительности горных районов должна соответствовать общим ботанико-географическим закономерностям, подразделению материков на крупные ботанико-географические (или геоботанические) единицы районирования.

Наиболее подробно типы поясности растительности России охарактеризованы на карте «Зоны и типы поясности...» [1999]. Для Камчатки здесь выделен один тип поясности – нивально-альпийско-тундрово-стланиково-редколесно-таежный с поясом приморских верещатников (Камчатский), представленный одним географическим вариантом (Западно-Камчатским) и двумя подтипами: 1) горнотундрово-стланиковым (Южная Камчатка, северные Курилы); 2) горнотаежным (Центрально-Камчатская депрессия).

Однако мы не во всем согласны с авторами этой интересной работы. Например, Центрально-Камчатская депрессия на их карте показана как горный округ, в то время как ее следует рассматривать как равнинную территорию и относить к Центрально-Камчатскому географическому варианту подзоны средней тайги таежной зоны. Для горно-таежного пояса Центрально-Камчатской депрессии в сопроводительном тексте ошибочно указана пихта грациозная (*Abies gracilis*), в действительности же единственное реликтовое местообитание этой пихты находится на восточном побережье Камчатки в устье р. Новый Семячик. Кроме того, на карте и в пояснительном тексте к ней [Огуреева и др., 1999] группа северотихоокеанских островных высотно-поясных систем ошибочно включена в *неморальный класс типов поясности*, отличающийся участием в высотно-поясных спектрах хвойно-широколиственных и широколиственных лесов.

Мы выделяем на Камчатке один *горнотундрово-стланиково-каменноберезово-горнотаежный* (Камчатский) тип поясности, представленный тремя подтипами (рис. 1), и относим его к Бореальному классу типов поясности, Берингийскому подклассу типов поясности и группе Северотихоокеанских островных высотно-поясных систем, выделенный Г. Н. Огуреевой и др.

[1999]. Для Камчатского типа поясности характерны четыре высотных пояса растительности, неодинаково выраженные в различных районах полуострова: горно-тундровый (*Vaccinium uliginosum, V. minus, Empetrum nigrum, Arctous alpina, Phyllodoce caerulea, Cassiope lycopodioides, Bryanthus gmelinii, Dryas punctata, Diapensia obovata, Rhododendron aureum, R. camtschaticum*), стланиковый (*Pinus pumila, Alnus kamtschatica*), каменноберезовый (*Betula ermanii*) и горно-таежный (*Picea ajanensis, Larix cajanderi*).

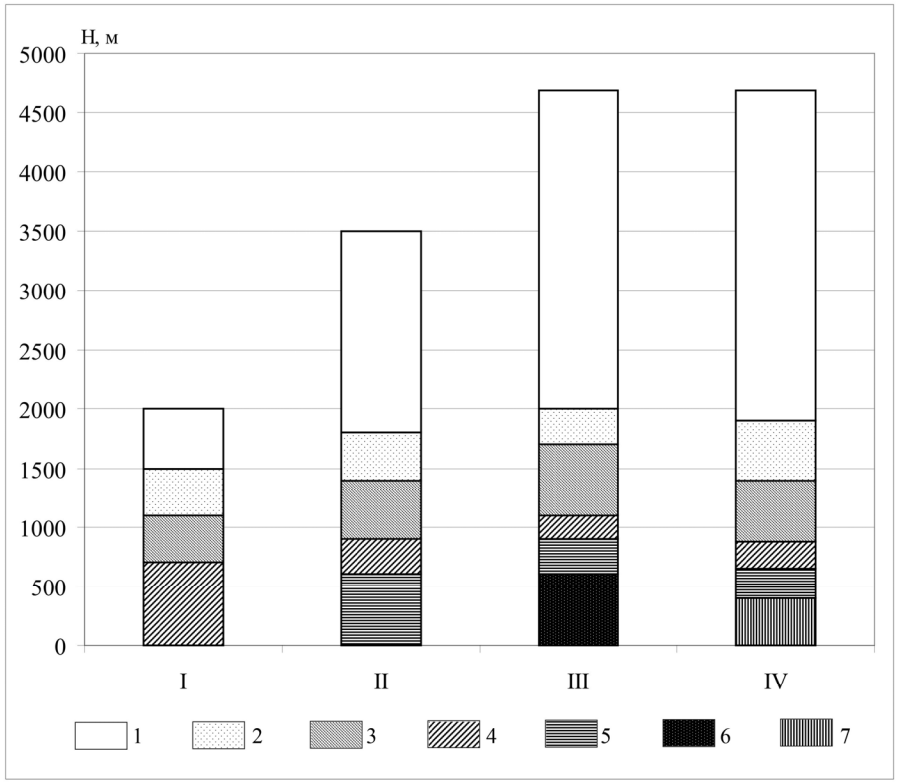


Рис. 1. Подтипы поясности растительности Камчатки:

I – Южно-камчатско-Северокурильский, *II* – Западно- и Восточно-камчатский, *III* – Центрально-камчатский, *IV* – Центрально-камчатский вулканогенный вариант. *1* – ледники и снежники, *2* – разреженные группировки осыпей и скал, *3* – горно-тундровый пояс, *4* – стланиковый пояс, *5* – каменноберезовый пояс, *6* – хвойнолесной пояс, *7* – белоберезняки на месте хвойных лесов

В пределах Камчатского типа поясности различаются три подтипа и один вариант: I. Подтип поясности *океанический горнотундрово-стланиковый* (Южно-камчатско-северокурильский). Характерны два высотных пояса: горно-тундровый (*Empetrum nigrum, Vaccinium uliginosum, Rhododendron camtschaticum, Phyllodoce aleutica, Arcterica nana, Bryanthus gmelinii, Harimanella stelleriana, Cassiope lycopodioides*) и стланиковый (*Alnus kamtschatica, Pinus pumila*); II. Подтип поясности *горнотундрово-стланиково-каменноберезовый* (Западно- и Восточно-камчатский). Характерны три высотных пояса: горно-тундровый (*Vaccinium uliginosum, V. minus, Empetrum nigrum, Ledum decumbens, Betula exilis, Arctous alpina*, *Phyllodoce caerulea, Cassiope lycopodioides, Dryas punctata, Diapensia obovata, Rhododendron aureum*), стланиковый (*Pinus pumila, Alnus kamtschatica*) и каменноберезовых лесов (*Betula ermanii*); III. Подтип поясности *горнотаежный* (Центрально-Камчатский), где выражены все четыре высотных пояса: горно-тундровый, стланиковый, каменноберезовый и горно-таежный. Характерной особенностью является горно-таежный пояс еловых (*Picea ajanensis*) и лиственничных (*Larix cajanderi)* лесов; IV. Вариант *Центрально-Камчатский вулканогенный* – производный вариант горно-таежного подтипа поясности, связанный с вулканогенными нарушениями растительного покрова, проявляющимися в уничтожении горно-таежного пояса хвойных лесов (на восточном макросклоне Ключевской группы вулканов). Здесь вместо горно-таежного пояса выражен пояс производных белоберезовых лесов и редколесий из *Betula platyphylla*, возникших на месте еловых и лиственничных лесов, уничтоженных извержениями вулканов.

Новое геоботаническое районирование полуострова Камчатка

На схеме предлагаемого геоботанического районирования Камчатки (рис. 2) территория полуострова отнесена к *Камчатской лиственнолесной подобласти* Евразиатской таежной (хвойнолесной) области. При прежних районированиях ее рассматривали в качестве Камчатской травяно-лиственнолесной области [Васильев, 1947] или Камчатской луговолиственнолесной области [Колесников, 1961а], тем самым подчеркивая господствовавшее в те годы мнение о широком распространении на полуострове коренных лугов [Лавренко, 1950; Сочава, 1953; Лукичева, 1956 и др.]. Однако луговые сообщества на Камчатке встречаются в лесном поясе небольшими по площади участками. Разнотравные луга образуются на месте лесов вследствие естественных или антропогенных нарушений. В окрестностях селений распространены производные разнотравные луга на месте вырубок и гарей. Существование этих лугов поддерживается выпасом и сенокошением. Их производный характер подтверждается наличием в составе луговых сообществ видов, характерных для каменноберезовых лесов и ольховых стлаников, а также древесными остатками в почве. По нашему мнению, следует пересмотреть представления о широком распространении на Камчатке коренной травяной растительности.

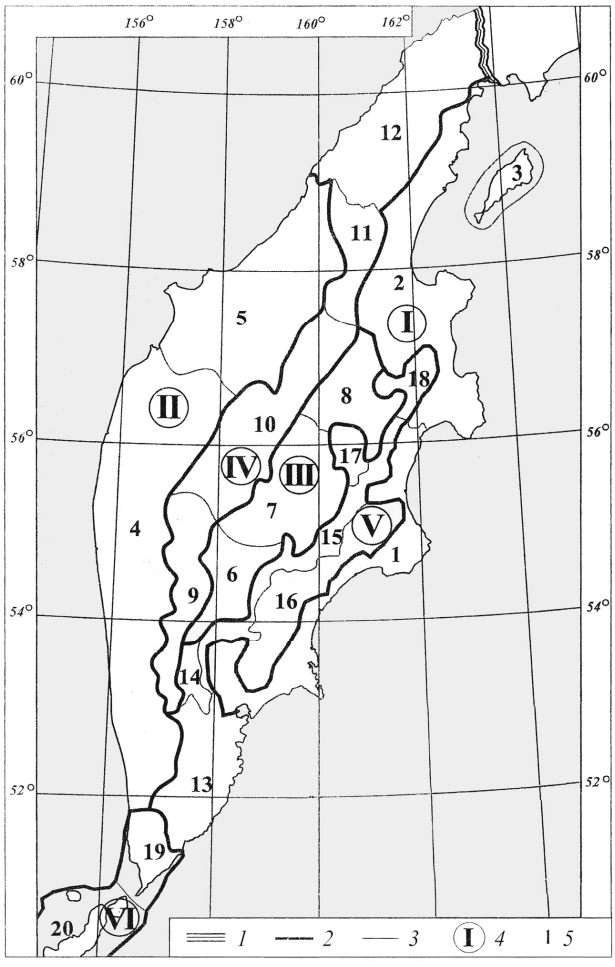


Рис. 2. Схема геоботанического районирования полуострова Камчатка:

1 – граница Камчатской лиственнолесной подобласти, *2* – границы провинций, *3* – границы округов, *4* – номера провинций, *5* – номера округов

Камчатская лиственнолесная подобласть

Территория подобласти включает п-ов Камчатка и прилегающие к нему острова Тихого океана и Берингова моря. Растительный покров подобласти в целом характеризуется преобладанием на плакорных местообитаниях (на равнинах и в нижнем поясе гор) каменноберезовых лесов из *Betula ermanii.* Северная граница подобласти проходит по линии бухта Рекинники – залив Уала, по южной границе Парапольского дола, территорию которого мы относим к Берингийской лесотундровой области [Лесков, 1947]. Южная граница подобласти проходит по проливу Крузенштерна, отделяющему северные Курильские о-ва от средних. Западная граница подобласти проходит по охотскому берегу Камчатки. Восточная граница подобласти с востока огибает о-ва Верхотурова и Карагинский и далее идет по тихоокеанскому берегу Камчатки. В пределах подобласти мы выделяем 6 провинций и 20 округов (см. рис. 2). При выделении провинций и округов мы принимали во внимание признаки коренной растительности; при анализе пространственной структуры растительного покрова учитывали степень его вулканогенной трансформации.

РАВНИННЫЕ ПРОВИНЦИИ

I. ВОСТОЧНО-КАМЧАТСКАЯ ТУНДРОВО-СТЛАНИКОВО-КАМЕННОБЕРЕЗОВАЯ ПРИМОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Территория провинции охватывает восточное побережье Камчатки от Авачинской бухты до залива Уала. Климат провинции морской, влажный, годовые суммы осадков составляют от 800–1000 до 1 200–1 300 мм (на вдающихся в океан гористых полуостровах). Часты метели и туманы. Снежный покров в закрытых долинах достигает мощности 3,5–4 м и не стаивает до середины лета. Территория провинции сложена

осадочными и четвертичными вулканическими породами, отличается разнообразием типов рельефа. Развиты обширные приморские низменности, холмисто-увалистые равнины (с высотами 100–250 м н. у. м.) и низкие горные хребты. Приморские низменности сложены морскими и речными отложениями, сильно заболочены. Гористые полуострова восточного побережья, вдающиеся в океан (Шипунский, Кроноцкий, Камчатский, Озерной), сложены древними эффузивными и осадочными породами. Для них характерны складчатые нагорья, плосковершинные хребты и древние вулканические постройки. Высоты горных систем полуостровов – 400–1 200 м. Хорошо выражены ледниковые формы рельефа. На некоторых полуостровах имеются узлы современного оледенения (п-ова Кроноцкий, Камчатский). Берега полуостровов крутые, скалистые. На приморских низменностях преобладают осоково-гипново-сфагновые грядово-мочажинные болота, на севере провинции распространены стланиково-гипново-лишайниково-сфагновые (бугристые) болота и приморские кустарничковые тундры. На нормально дренированных местообитаниях в южной и центральной частях провинции господствуют кустарниково-разнотравные и вейниковые каменноберезовые леса, в северной части – заросли ольхового и кедрового стлаников. На дренированных приморских равнинах, обдуваемых склонах и горных плато развиты кустарничковые тундры (вороничники) с господством *Empetrum nigrum.* На подветренных склонах и в депрессиях встречаются субальпийские разнотравные лужайки и сообщества рододендрона (*Rhododendron aureum*). В поймах рек распространены сообщества крупнокустарниковых ив (*Salix alaxensis*, *S. pulchra* subsp. *parallelinervis*), характерны леса из ивы удской (*S. udensis*) и ольхи пушистой (*Alnus hirsuta*) с участием тополя (*Populus suaveolens*). В составе провинции выделено три округа:

1. *Восточный приморский округ каменноберезовых лесов, травяно-сфагново-гипновых болот, приморских кустарничковых тундр и приморских лугов* – от Авачинской губы до устья р. Камчатки. Развиты аккумулятивные приморские равнины побережий Авачинского, Кроноцкого и Камчатского заливов. Растительность округа отличается широким распространением травяно-сфагново-гипновых (аапа) болот на аккумулятивных равнинах и в устьях крупных рек, кустарничковых сообществ (вороничников) на дренированных участках приморских равнин, приморских лугов на аккумулятивных приморских террасах (рис. 3). На нормально дренированных местообитаниях встречаются кустарниково-разнотравные, вейниковые и папоротниковые каменноберезняки. Сообщества ольхового и кедрового стлаников распространены на склонах приморских холмов и увалов. Территория округа включает скалистые полуострова (Шипунский и Кроноцкий), характеризующиеся сниженной высотной поясностью растительности.

2. *Северо-Восточный приморский округ кустарничковых тундр, сообществ ольхового и кедрового стлаников и кедровостланиково-гипново-лишайниково-сфагновых болот* – от устья р. Камчатки до залива Уала. Территория округа включает крупные полуострова, Камчатский и Озерной, побережья заливов Озерного и Карагинского. Растительный покров округа характеризуется широким распространением приморских кустарничковых сообществ, зарослей ольхового и кедрового стлаников. Развиты кедровостланиково-гипново-лишайниково-сфагновые (бугристые) болота. В долинах рек встречаются островные низкотравные и вейниковые каменноберезовые рощи.

3. *Карагинский островной округ приморских кустарничковых тундр, кедровых стлаников и кедровостланиково-гипново-лишайниково-сфагновых болот* – выделен на о. Карагинский. Растительный покров характеризуется широким развитием кустарничковых тундр и болот на приморских равнинах и господством кедровостланиковых сообществ на склонах увалов. В низких складчатых горах (высшая точка г. Высокая – 920 м) господствуют сообщества кедрового стланика и лишайниково-кустарничковые горные тундры. Отдельные вейниковые и кедровостланиковые каменноберезовые рощи отмечены в южной части острова. Характерна сниженная высотная поясность растительности. Кедровостланиковые сообщества распространены от приморских террас до высот 350–400 м н. у. м. На высотах от 400 до 700 м развит горно-тундровый пояс, образованный кустарничково-лишайниковыми сообществами. На 700–900 м растительный покров разреженный, фрагментарный, распространены скальные гребни, каменные осыпи и россыпи.

II. ЗАПАДНО-КАМЧАТСКАЯ ПРОВИНЦИЯ КАМЕННОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ, КРУПНОТРАВНЫХ ЛУГОВ, СФАГНОВЫХ БОЛОТ-ПЛАЩЕЙ И КУСТАРНИЧКОВЫХ ПРИМОРСКИХ ТУНДР

Провинция простирается от 51°30′ до 59° с. ш., включает территорию Западно-Камчатского прибрежного округа Я. Я. Васильева [1947], однако ее восточная граница проходит

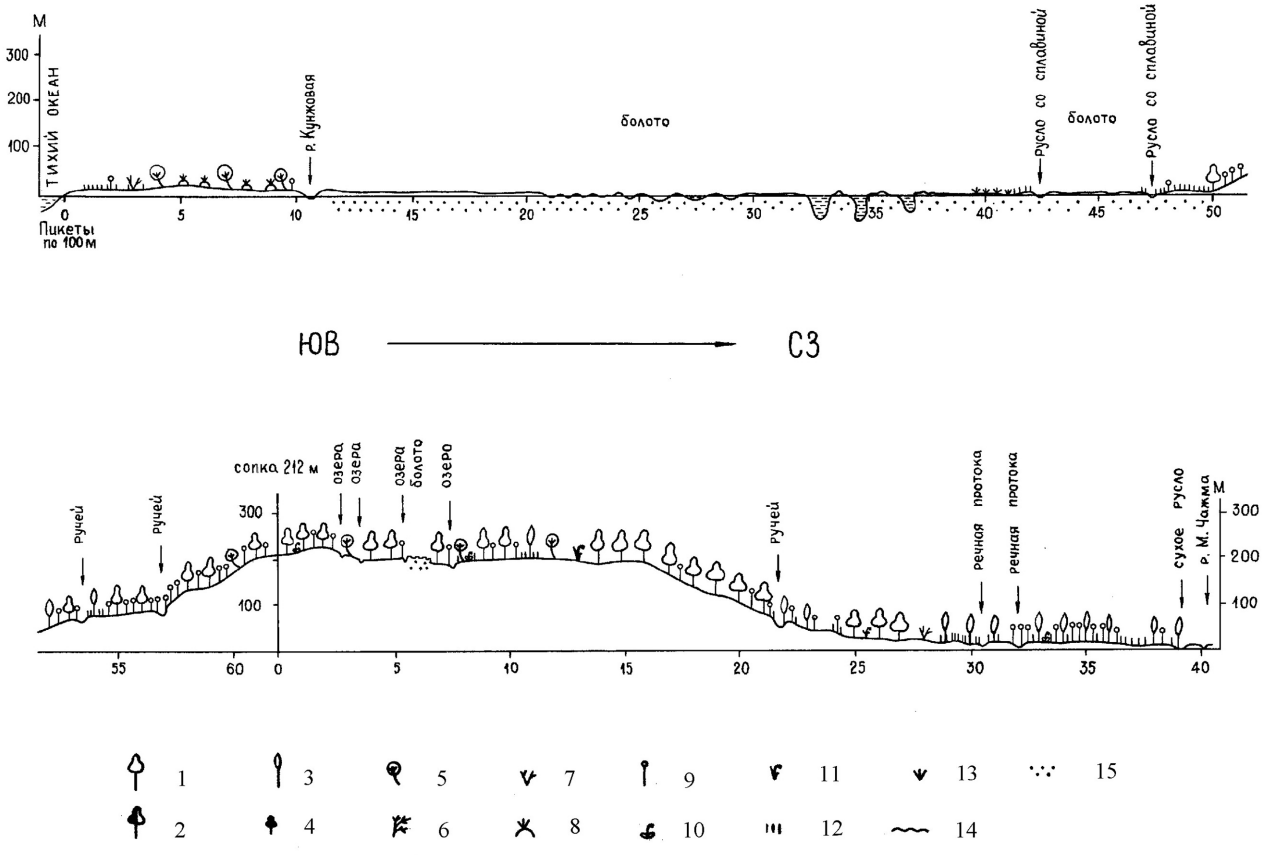


Рис. 3. Геоботанический профиль через приморскую равнину Восточного побережья Камчатки (устье р. Большая Чажма):

1 – каменноберезняки, 2 – пойменные древовидные ивняки и ольшаники, 3 – тополевники, 4 – ольховые стланики, 5 – рябинники, 6 – кедровые стланики, 7 – кустарниковые ивняки, 8 – шикшевые тундры, 9 – крупнотравные луга, 10 – приморские луга, 11 – разнотравные луга, 12 – вейниковые луга, 13 – крупноосочники, 14 – сфагновые болота, 15 – торфяники

восточнее, по лесистым предгорьям Срединного хребта, на высоте 600 м н. у. м. Зональный тип растительности представлен высокотравными (*Filipendula camtschatica, Senecio cannabifolius*), кустарниково-разнотравными (*Lonicera chamissoi, Sorbus sambucifolia, Geranium erianthum, Thalictrum minus*) и низкотравными (*Chamaepericlymenum suecicum, Maianthemum dilatatum*) каменноберезняками, образующими на высотах 200–600 м лесной пояс. Массивы каменноберезняков чередуются с высокотравными лугами с обилием дудника медвежьего (*Angelica ursina*). Растительный покров провинции отличается широким распространением на водоразделах осоково-кустарничково-сфагновых верховых болот-плащей. В провинцию входят два округа.

4. *Юго-западный болотно-каменноберезовый округ* (от устья р. Явины до водораздела рек Белоголовая и Хайрюзова). Территория округа представляет собой плоскую заболоченную равнину со слаборасчлененным рельефом, здесь выделяются: а) приморская аккумулятивная низменность (высота до 60–70 м н. у. м.), где развиты обширные массивы болот-плащей, заболоченность более 80 %; б) холмисто-увалистая равнина (средние высоты 100–400 м), где плоские водоразделы и склоны холмов заняты болотами-плащами, на склонах водоразделов – каменноберезняки; в) предгорная наклонная равнина (до 500–600 м), рельеф расчлененный, заболоченность незначительная, преобладают каменноберезовые леса. Особенностью растительного покрова округа является широкое распространение осоково-кустарничково-сфагновых болот-плащей (с участием *Myrica tomentosa, Betula exilis, Carex middendorffii, C. limosa, Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum, Ledum decumbens, Chamaedaphne calyculata, Sphagnum fuscum, S. magellanicum*). Массивы болот-плащей занимают плоские слабодренированные водоразделы и приморскую низменность. Склоны водоразделов, склоны речных террас и предгорья покрыты каменноберезовыми лесами, чередующимися с участками высокотравных лугов. В северной части провинции распространены сообщества кедрового

стланика в сочетании с участками кустарничково-лишайниковых и кустарничковых тундр с господством *Empetrum nigrum*, с участием *Vaccinium uliginosum, V. minus, Betula exilis*, зеленых мхов и кустистых лишайников (*Cladonia arbuscula, C. rangiferina, Cetraria laevigata*). В поймах рек распространены ивовые (*Salix udensis*) и ольховые (*Alnus hirsuta*) леса. Луга распространены меньше, представлены высокотравными и вейниковыми лугами в долинах рек и разнотравными лугами с участием *Angelica ursina* на склонах водоразделов.

5*. Северо-западный болотно-тундрово-стланиковый округ* (от р. Хайрюзова до р. Палана). Растительный покров округа характеризуется распространением на водоразделах бугристых лишайниково-кустарничково-сфагновых болот с мерзлыми буграми, на которых обычен кедровый стланик, а на нормально дренированных местообитаниях – мохово-лишайниково-кустарничковых тундр с участием кедрового стланика. На склонах в долинах рек и в холмистых предгорьях встречаются низкотравные (*Chamaepericlymenum suecicum, Maianthemum dilatatum*), вейниковые (*Calamagrostis langsdorffii*) и кедровостланиковые каменноберезняки.

III. ЦЕНТРАЛЬНО-КАМЧАТСКАЯ БЕРЕЗОВО-ХВОЙНОЛЕСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Провинция расположена в Центральной Камчатской депрессии, представляющей собой грабен-синклиналь, лежащий между горными системами Срединного и Восточного хребтов. Южная граница провинции проходит по водоразделам рек Юртиная и Озерная Камчатка, Быстрая и Правая Камчатка. Западная и восточная границы проходят по водораздельным гребням горных систем соответственно Срединного и Восточного хребтов. Территория провинции представляет собой холмисто-увалистую равнину, расчлененную долинами рек, из которых крупнейшей является р. Камчатка. В южной части провинции выражены ледниковые формы рельефа. Северная часть представляет собой обширную заболоченную равнину, покрытую многочисленными озерами. Значительная часть территории занята аккумулятивными равнинами притоков р. Камчатки. В восточной части у подножий действующих вулканов развиты наклонные пролювиально-делювиальные равнины, образованные континентальными дельтами «сухих речек». На большей части территории встречаются участки еловых лесов из *Picea ajanensis*, являющихся зональной формацией, а также елово-лиственничные леса. Широко распространены лиственничники из *Larix cajanderi* и производные белоберезняки из *Betula platyphylla*. Распространение хвойных лесов, имеющих среднетаежный характер, связано с относительно теплым и сухим климатом провинции (годовое количество осадков 300–400 мм, сумма активных температур 1 200 °С). На юге провинции хвойные леса выклиниваются, их замещают белоберезняки и каменноберезняки. Вдоль рек тянутся пойменные леса из тополя (*Populus suaveolens*), чозении (*Chosenia arbutifolia*), ольхи (*Alnus hirsuta*), ивы (*Salix udensis, S. schwerinii*). На севере провинции распространены лиственничные мари, осоковые болота и осоково-вейниковые заболоченные луга. Растительный покров провинции имеет таежный характер и сходен с растительностью западного побережья Охотского моря и северного Сахалина. Нами пересмотрены границы округов Я. Я. Васильева [1947]: Центрально-Камчатская березово-хвойнолесная провинция включает территорию прежнего Внутрикамчатского округа и южную часть Восточно-Камчатского горного округа, находящуюся в Центрально-Камчатской депрессии. В пределах провинции мы различаем три округа:

6. *Верхне-Камчатский лугово-белоберезовый округ* – от водораздела истоков рек Камчатка и Быстрая до водораздела рек Кирганик и Малая Кимитина (по левому берегу р. Камчатки) и рек Китильгина и Урц (по правому берегу). Растительный покров округа отличается широким распространением белоберезовых (*Betula platyphylla*) лесов и производных разнотравных лугов. Кустарниково-разнотравные белоберезовые леса характеризуются разреженным древостоем, развитым подлеском из *Juniperus sibirica, Lonicera caerulea* и травяным ярусом (*Geranium erianthum, Thalictrum minus, Saussurea pseudo-tilesii* и др.). На высотах более 250–300 м (а южнее с. Пущино и на равнинах) преобладают кустарниково-разнотравные каменноберезовые леса, на склонах холмов и увалов – сообщества ольхового стланика. Притеррасные понижения и низовья притоков р. Камчатки заболочены, развиты осоково-вейниковые и кустарничково-сфагновые болота. Растительный покров района значительно преобразован под влиянием сельскохозяйственной деятельности. Распространены вырубки, гари, сеяные луга, сенокосы и пастбища, пашни. Наибольшей антропогенной трансформации подвержен район с. Мильково.

7. *Средне-Камчатский хвойнолесной округ* (от р. Кирганик до р. Рыборазводной). Для большей части территории округа корен-

ной формацией на плакорах являются еловые леса из *Picea ajanensis*, представленные сообществами низкотравных, зеленомошных, хвощовых, долгомошных и разнотравных ельников. На высоких надпойменных террасах, водораздельных увалах и в предгорьях широко распространены кустарниково-разнотравные, багульниковые, хвощовые, зеленомошные и лишайниковые лиственничники из *Larix cajanderi* и елово-лиственничные леса, а также производные кустарниково-разнотравные и кустарничковые белоберезняки из *Betula platyphylla*. Растительный покров округа значительно нарушен хозяйственной деятельностью. В настоящее время ельники встречаются небольшими участками на склонах холмов и в предгорьях Срединного и Восточного хребтов. Массивы коренных старовозрастных еловых лесов сохранились на дренированных склонах в бассейнах рек Левая Щапина, Николка, Сухарики и др. В сырых котловинах встречаются низинные осоковые болота и осоково-вейниковые луга. На плоских вершинах водоразделов отмечены небольшие участки кустарниково-разнотравных осинников с участием боярышника (*Crataegus chlorosarca*) и подлеском из *Spiraea beauverdiana, Rosa acicularis, Lonicera edulis.* На низких заболоченных террасах р. Камчатки встречаются лиственнично-сфагновые мари. Вдоль русел рек Камчатка, Козыревка и их притоков развиты пойменные тополево-чозениевые леса с участием ольхи пушистой, ивы сахалинской и ивы удской.

8. *Нижне-Камчатский березово-хвойно-лесной округ* (от р. Рыборазводной до верхнего течения р. Еловки и бассейна р. Маимля). Растительный покров характеризуется широким распространением каменноберезовых и белоберезовых лесов, пойменных осоковых и осоково-вейниковых болот. На дренированных участках водоразделов по левому берегу р. Камчатки севернее р. Крюки и в бассейне р. Еловки распространены кустарниково-разнотравные лиственничники и производные белоберезняки, в поймах рек Камчатка и Еловка – лиственнично-сфагновые мари. В среднем течении р. Еловки и в предгорьях вулкана Шивелуч сохранились участки старовозрастных ельников, крупный массив ельников находится на правом берегу р. Еловки, в нижнем течении ее притоков – рек Левая и Мостовая (Урылычан). Растительный покров округа значительно нарушен, обширные территории заняты вырубками и гарями. В окрестностях действующих вулканов растительность подвержена периодическим вулканогенным нарушениям.

ГОРНЫЕ ПРОВИНЦИИ

Особенности истории формирования различных горных систем Камчатки, неодинаковое воздействие на них проявлений современного вулканизма, различное геоморфологическое расчленение поверхности, наличие узлов современного оледенения обусловливают более высокий уровень фитоценотического и флористического разнообразия горных районов полуострова по сравнению с равнинными территориями. Каждая крупная горная система Камчатки (Срединный и Восточный хр.), в силу общности исторического развития, высотного положения, орографического единства и связанной с ними специфики пространственной дифференциации растительного покрова представляет собой самостоятельную общность в геоботаническом отношении. В связи с этим каждую обособленную крупную горную систему Камчатки мы рассматриваем как самостоятельный геоботанический регион достаточно высокого ранга и выделяем на полуострове три горные провинции. Внутри каждой из них мы выделяем горные округа, которые отличаются по типам или вариантам типов поясности растительности, внутрипоясным различиям, господству тех или иных формаций или ассоциаций в сложении поясов, особенностям геоморфологического строения и территориальной размерности.

IV. СРЕДИННО-КАМЧАТСКАЯ ГОЛЬЦОВО-ТУНДРОВО-СТЛАНИКОВАЯ ПРОВИНЦИЯ

Территория провинции охватывает обширную горную систему Срединного хребта. Провинция выделена в границах Среднекамчатского горного округа Я. Я. Васильева [1947]. Рельеф провинции сильно расчленен, средние высоты хребтов 1 200–1 400 м н. у. м., отдельные вершины поднимаются до 2 500 м. Высшая точка (вулкан Ичинский) 3 621 м. Выражены следы древнего оледенения (кары, цирки, морены, троговые долины). Имеются районы современного оледенения. Распространены плосковершинные и сглаженные хребты, древние вулканы и лавовые плато. Нижний пояс растительности на высотах 200–600 м образуют каменноберезовые леса, местами поднимающиеся до 700 м, на высотах 600–800 м распространены сообщества ольхового и кедрового стлаников. На высотах 1000–1 200, иногда до 1 300–1 400 м распространены горные кустарничково-лишайниковые тундры. Выше поднимаются вершины и хребты, лишенные сомкнутой растительности, покрытые каменными

россыпями, снежниками и ледниками. В северной части провинции пояс каменноберезовых лесов постепенно выклинивается. Здесь на обширных пространствах преобладают кедровые стланики и горные тундры. По особенностям растительного покрова можно выделить четыре округа.

9. *Хангарский высокогорный округ.* Расположен в южной части Срединного хребта. Территория округа тянется от южной оконечности Срединного хребта до водораздельного перевала между верховьями рек Левый Кирганик и Ича. Приводораздельная часть хребта с высотами 1 800–1 900 м характеризуется альпийским рельефом. Имеются древние вулканические сооружения: вулканы Хангар (2000 м н. у. м.) и Левинсона-Лессинга. Климат округа испытывает охлаждающее влияние Охотского моря. На склонах гор до 500–600 м распространены каменноберезовые леса, на высотах 600–800 м – пояс ольхового и кедрового стлаников. Выше 800–900 м – горные кустарничковые и лишайниковые тундры.

10. *Ичинский горно-вулканический округ* – от верховьев рек Левый Кирганик и Ича до верховьев рек Шишей и Воямполка. Здесь Срединный хребет достигает наибольшей ширины. Обширные долины разделяют хребты с выровненными «столовыми» поверхностями. Территория округа находится в орографической тени к восточным ветрам. На восточных склонах Срединного хребта климат более континентальный, близкий к климату Центральной Камчатской депрессии. Осадков выпадает около 300–400 мм в год, средняя температура января –18–20°, июля +12–14°, снежный покров не превышает 1 м. Западные склоны хребта отличаются более высокими зимними температурами (–16–18°) и более низкими летними (+11–13); осадков здесь выпадает вдвое больше (600–800 мм). Снежный покров достигает 2 м. Соответственно восточные и западные склоны хребта отличаются по характеру растительного покрова. На восточном склоне до высот 300–400 м распространены хвойные леса. Преобладают лиственничники багульниковые и зеленомошные. В верховьях рек Кимитина, Караковая и Козыревка на горных склонах изредка встречаются участки ельников зеленомошных и мелкотравных. Вдоль рек узкой полосой тянутся пойменные леса из тополя, чозении, ольхи пушистой и ивы удской. На высотах 400–700 м развит пояс каменноберезняков, выше – пояс стлаников (700–900 м), преобладают сообщества кедрового стланика. На высотах 1000–1 200 (до 1 400) м распространены горные кустарничковые и лишайниковые тундры. На западном склоне Срединного хребта хвойные леса отсутствуют, до высот 500–600 м тянется пояс каменноберезовых лесов, образованный вейниковыми и низкотравными каменноберезняками, а до 700–800 м – пояс кедрового и ольхового стлаников. Выше 800–900 м на плоских поверхностях вулканических плато распространены горные кустарничковые и кустарничково-лишайниковые тундры.

11. *Хувкойтунский высокогорный округ* – от водораздела верховьев рек Шишей и Воямполка до водораздела верховьев рек Палана и Дранка. Средние высоты гор в этой части Срединного хребта довольно велики – около 1 800–2000 м, отдельные вершины достигают 2 500 м. Территория округа на высотах от 1000 м и выше характеризуется значительным развитием современного оледенения (на склонах гор Шишей, Ангей, Хувкойтун, Острая, Ульваней и др.). Крупнейшие ледники – Хувкойтун, Начикинский, Слюнина, Правый и Левый Еловские. Общая площадь ледников составляет около 500 км^2. Растительный покров района характеризуется отсутствием хвойных лесов, преобладанием стлаников и горных тундр. Каменноберезовые леса занимают значительно меньшие площади, чем в двух предыдущих районах, встречаются в нижних частях склонов и в долинах рек.

12. *Шаманский среднегорный округ* – от водораздела рек Шишей и Воямполка до северной оконечности Срединного хребта. Растительный покров отличается общей сниженностью высотных поясов. Прямоствольные леса отсутствуют, на склонах гор господствуют сообщества кедрового стланика, на горных плато – кустарничково-лишайниковые тундры. На вершинах хребтов на высотах 900–1000 м значительные площади заняты каменными россыпями, лишенными растительного покрова. Ниже господствуют горные тундры, широко распространены ерниковые сообщества из *Betula divaricata* и ивковые тундры с участием *Salix arctica, S. sphenophylla, S. chamissonis, S. polaris* и др. Нижние части склонов и подножия гор покрыты зарослями кедрового стланика, в приморских районах – ольховника.

V. ВОСТОЧНО-КАМЧАТСКАЯ ТУНДРОВО-СТЛАНИКОВАЯ ГОРНО-ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Территория провинции включает юго-восточную и восточную части п-ова Камчатка – от бухты Вестник на юге до р. Озерной на севере. Территория провинции сложена в основном

вулканогенными отложениями, рельеф, как правило, сильно расчленен, отличается разнообразием форм. Западная граница провинции проходит по Восточному хребту, являющемуся системой высоких складчатых хребтов – Ганальского, Валагинского, Тумрока и Кумроча, которые отличаются значительными высотами (вулкан Бакенинг – 2 276 м н. у. м.) и хорошо выраженными ледниковыми формами рельефа. Провинция включает также Ключевскую группу вулканов и вулкан Шивелуч. Большая часть территории характеризуется горно-вулканическим рельефом. Развиты высокие вулканические плато (средние высоты 600–800 м), на которых возвышаются вулканические конусы, вершины их достигают 3000–3 500 м и более (вулкан Ключевской – 4 688 м). Скопления вулканических конусов образуют обособленные группы: Ключевскую, Авачинскую, Южную (Курильскую), Большого Семячика и др. На вершинах крупнейших вулканов развиты ледники. В вулканических районах распространены шлаковые и лавовые поля, сухие речки, отмечены выходы термальных вод. Провинция включает территорию *Восточно-Камчатского горного округа* Я. Я. Васильева [1947]. Зональный тип растительности представлен кустарниково-разнотравными, вейниковыми и папоротниковыми каменноберезняками, образующими пояс растительности на высотах от 100 до 500–600 м. Выше расположен пояс стлаников с преобладанием *Pinus pumila* и *Alnus kamtschatica* (600–900 м). На высотах от 900–1000 до 1 400 м господствуют горные кустарничковые и кустарничково-лишайниковые тундры с участием: *Vaccinium uliginosum, V. vulcanorum, V. minus, Empetrum nigrum, Phyllodoce caerulea, Cassiope lycopodioides, Dryas punctata, Diapensia obovata* и кустистых лишайников (*Cladonia arbuscula, C. rangiferina, Cetraria laevigata, C. nivalis, Stereocaulon alpinum, S. paschale*). Растительный покров провинции характеризуется преобладанием горных тундр и сообществ кедрового и ольхового стлаников. Обширные площади свежих вулканических отложений (пепловые, шлаковые и лавовые поля), как правило, лишены сомкнутой растительности и заняты серийными сообществами и пионерными группировками. Территория провинции подразделена на пять округов.

13. *Южный вулканический округ.* Территория округа расположена к югу от долины р. Плотникова до бассейна р. Озерной. На северо-западе вулканические нагорья граничат с Западно-Камчатской низменностью. Средние высоты вулканических плато и хребтов около 600–800 м. Климат округа отличается интенсивной циклонической деятельностью и характеризуется обилием осадков, высокой облачностью, мощным снежным покровом, частыми метелями. Растительный покров характеризуется значительной сниженностью высотных растительных поясов. Верхняя граница пояса каменноберезняков здесь находится на высоте около 200 м н. у. м. Характерно широкое развитие пояса ольховых и кедровых стлаников на высотах от 200 до 800 м. Лавовые плато на высотах 800–1000 м покрыты горно-тундровыми сообществами, среди которых характерны сообщества рододендрона камчатского (*Rhododendron camtschaticum*) и филлодоце алеутской и сизой (*Phyllodoce aleutica, P. caerulea*). Распространены нивальные лужайки с участием *Parageum calthifolium* и *Geranium erianthum.*

14. *Ганальский низкогорный округ.* Территория округа включает низкогорное плато Ганальский дол, расположенное на высотах 600–900 м между складчатыми горными системами Срединного и Восточного хребтов. Южная граница округа проходит по водоразделу рек Плотникова и Быстрая-Большая, северная – по водоразделу рек Быстрая и Озерная Камчатка. Растительность представлена кедровыми и ольховыми стлаником, кустарниковыми ивняками и ерниками. В урочище Ганальская тундра встречаются кустарничково-сфагновые болота и кустарничковые каменноберезовые редколесья.

15. *Восточный округ складчатых хребтов.* Территория округа расположена в пределах восточной климатической провинции, для которой характерны большое количество осадков и сравнительно высокие среднегодовые температуры. Горные вершины и верхние части крутых склонов хребтов лишены сомкнутого растительного покрова. На высотах более 900–1000 м на горных плато и пологих склонах кое-где встречаются горные кустарничковые тундры, близ снежников – участки нивальных лужаек. На высотах 600–900 м распространены сомкнутые заросли ольхового и кедрового стлаников, ниже – кустраниково-разнотравные и вейниковые каменноберезовые леса.

16. *Восточный вулканический округ.* Южная граница округа проходит по долине р. Плотникова, северная – по долинам рек Сторож и Лиственничная. Вулканы Восточной Камчатки образуют группы – Карымскую, Большого Семячика, Жупановскую, Авачинскую. Характерна активная гидротермальная деятельность, на территории округа насчитывается 24 группы термальных источников. Самыми

крупными гидротермопроявлениями являются Долина гейзеров, кальдера Узон, Верхне-Семячикские источники, источники долины р. Налычева. Растительность округа довольно бедная и однообразная. Обширные площади заняты свежими вулканическими отложениями – пеплами, шлаками, лавами и почти лишены сомкнутой растительности (рис. 4, 5). На высотах 900–1 200 м распространены кустарничковые и лишайниково-кустарничковые тундры, ниже, на высотах 600–900 м – пояс ольхового и кедрового стлаников. На высотах 200–600 м развит пояс каменноберезовых лесов, представленный кустарниково-разнотравными, вейниковыми и папоротниковыми каменноберезняками.

17. *Ключевской высокогорный вулканический округ.* Территория округа включает Ключевскую группу вулканов, расположенную между хребтом Кумроч и долиной р. Камчатка. Некоторые авторы [Куницын, 1963а; Харкевич, 1981] относят Ключевскую группу к Центральной Камчатской депрессии. Округ характеризуется высокогорным рельефом с высокими вулканическими конусами, крупнейшими из которых являются вулканы Ключевской (4 850 м)

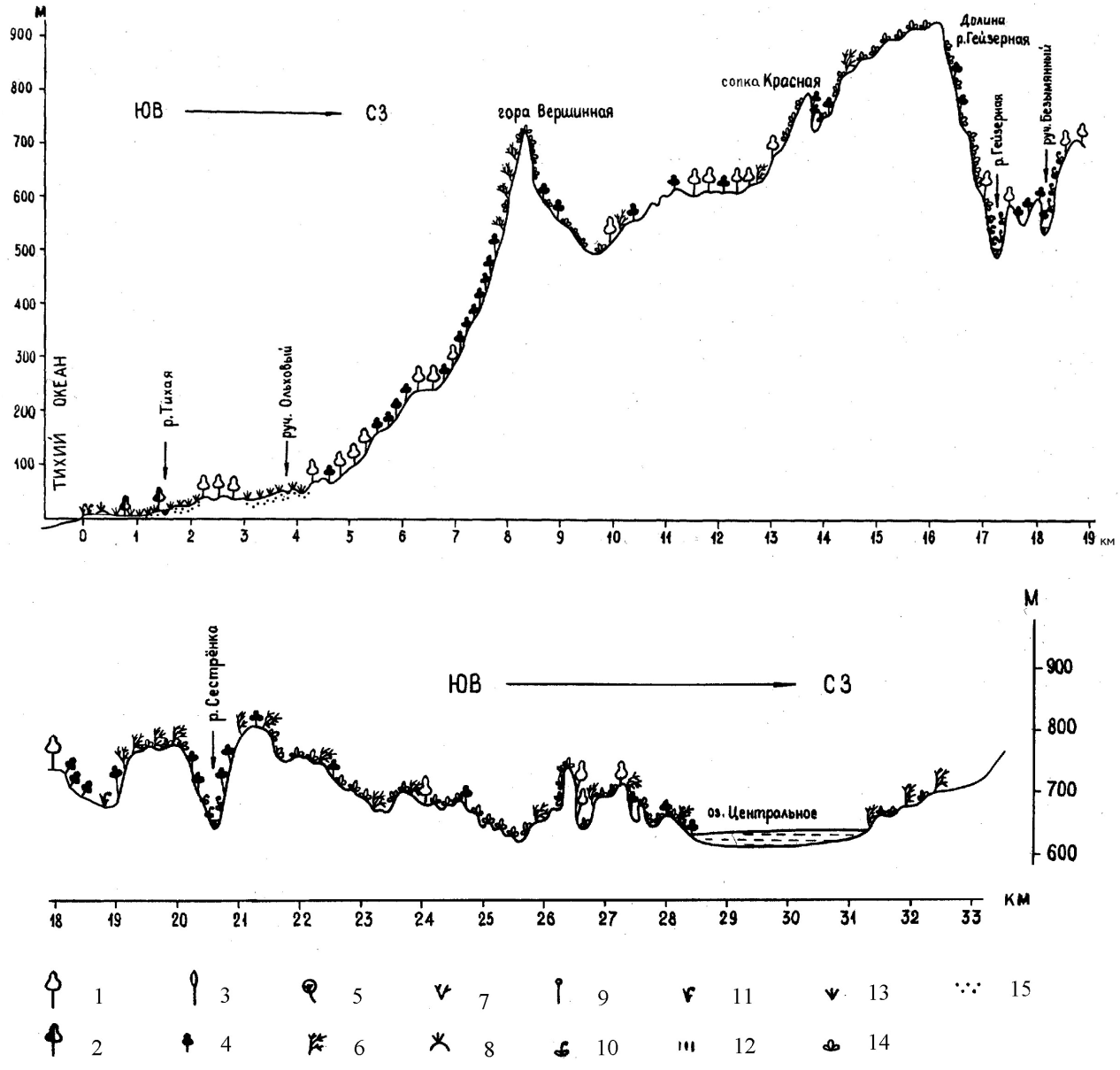


Рис. 4. Геоботанический профиль р. Тихая – кальдера Узон от Восточно-камчатской приморской провинции до Восточно-камчатской горно-вулканической провинции:

1 – каменноберезняки, 2 – пойменные древовидные ивняки и ольшаники, 3 – тополевники, 4 – ольховые стланики, 5 – рябинники, 6 – кедровые стланики, 7 – кустарниковые ивняки, 8 – шикшевые тундры, 9 – крупнотравные луга, 10 – приморские луга, 11 – разнотравные луга, 12 – вейниковые луга, 13 – крупноосочники, 14 – горные кустарничковые тундры, 15 – торфяники

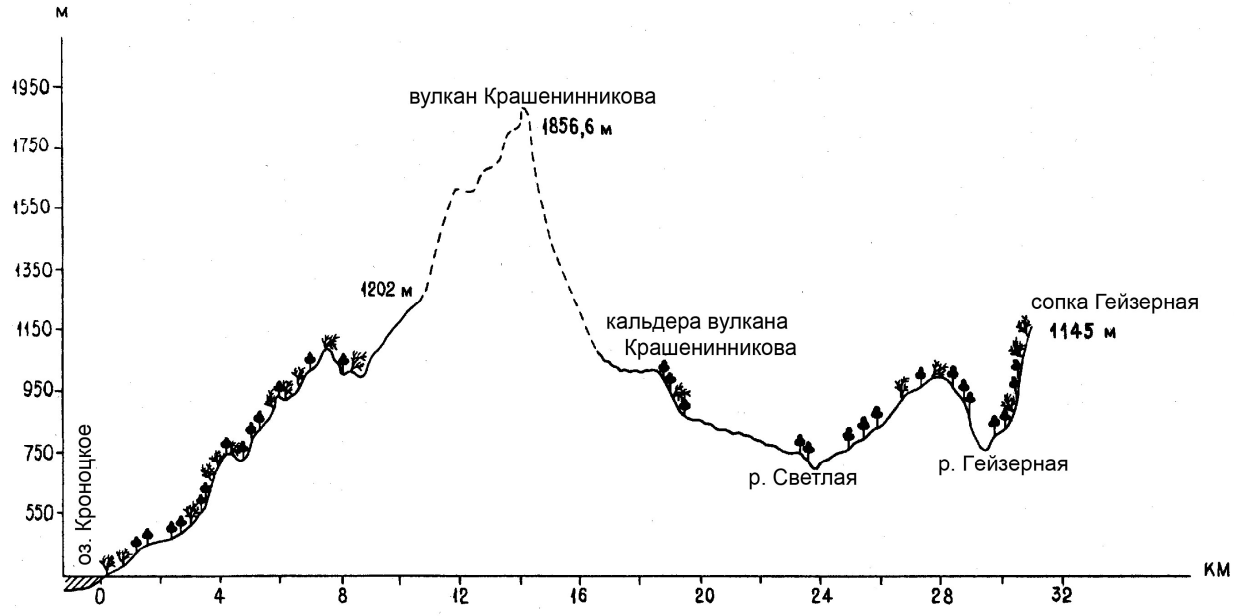


Рис. 5. Геоботанический профиль Кроноцкое озеро–сопка Гейзерная (Восточный вулканический округ).

Обозначения те же, что на рис. 3. Пунктирной линией показаны лавовые потоки, волнистой – шлаковые поля с пионерными открытыми группировками

и Камень (4 717 м). Действующими вулканами являются Ключевской, Плоский Толбачик, Ушковский, Безымянный. Наряду с крупными вулканами распространены многочисленные молодые экструзивные купола и шлаковые конусы. Основанием вулканических построек группы служит обширное вулканическое плато – Ключевской дол, сложенный древними мегаплагиофировыми лавами, перекрытыми мощной толщей рыхлых голоценовых вулканокластических отложений. Вершины и склоны высоких вулканов покрыты ледниками, языки которых спускаются до верхней границы леса. Всего здесь насчитывается 29 ледников длиной от 8 до 14 км. Крупнейшие ледники – Бильченок, Эульченок, Богдановича, Эрмана, Шмидта, Института вулканологии и др. Снеговая линия находится на высоте около 2000 м н. у. м. На высотах 1 700–2000 м господствуют каменные осыпи и россыпи, лишенные высшей растительности. На высотах 1000–1 600 (до 1 700 м) распространены сообщества горных тундр, занимающих на территории округа значительные площади. На высотах более 1 400–1 500 м встречаются лишайниковые тундры, на высотах 1 200–1 400 м преобладают дриадовые и ивковые тундры, на высотах 1000–1 200 м господствуют шикшево-голубичные кустарничковые тундры. На высотах 800–1000 м встречаются сообщества кедрового и ольхового стлаников и участки низкорослых лиственничных редин и редколесий. Западные и южные склоны Ключевской группы отличаются произрастанием хвойных (лиственничных и еловых) лесов, в то время как на восточных и северных склонах хвойные леса отсутствуют. Здесь на высотах 200–700 м отмечены каменноберезняки и белоберезовые редколесья. На обширных площадях растительный покров значительно нарушен современными вулканическими воздействиями.

18. *Шивелучский вулканический округ.* Территория округа находится в самой северной части провинции и включает горную систему вулкана Шивелуч с окружающими вулканическими постройками и хребтами, а также примыкающую к ней северную оконечность хребта Кумроч, отделенную от основного массива долиной р. Камчатки. Растительный покров округа значительно нарушен активной вулканической деятельностью. Для южных и западных склонов вулкана Шивелуч характерны лиственничные и еловые леса, выше них – каменноберезняки, на высотах от 700–800 до 900–1000 м развиты сообщества ольхового и кедрового стлаников, выше – горные кустарничковые и лишайниковые тундры.

VI. ЮЖНОКАМЧАТСКО-СЕВЕРОКУРИЛЬСКАЯ ТУНДРОВО-СТЛАНИКОВАЯ ПРОВИНЦИЯ

Территория провинции включает южную безлесную оконечность п-ова Камчатка и

территорию *Северокурильского округа* Е. М. Лавренко [1947]. Провинция объединяет южную оконечность п-ова Камчатка и группу северных Курильских островов. Северная граница проходит по южной границе бассейна р. Озерной, южная – по проливу Крузенштерна, разделяющему северные и средние Курильские о-ва. Растительный покров провинции отличается отсутствием каменноберезовых лесов, что обусловлено прохладным и влажным морским климатом и горным рельефом территории. Здесь на аналогах плакоров распространены ольховые (из *Alnus kamtschatica*) и кедровые (из *Pinus pumila*) стланики. На низких равнинных островах и полуостровах господствуют приморские кустарничковые тундры (вороничники). В пределах провинции выделено два округа.

19. *Южнокамчатский тундрово-стланиковый округ.* Растительный покров округа по сравнению с другими горными районами Камчатки отличается общей сниженностью растительных поясов. Выражены два высотных пояса: стланиковый (от 200 до 800 м н. у. м.) и тундровый. Ольховники преобладают на влажных приморских склонах полуостровов и вулканических плато, языками спускаясь на побережья почти до уровня моря. Сообщества кедрового стланика приурочены к сухим и олиготрофным местообитаниям, встречаясь на дренированных каменистых склонах, скалистых обрывах и приморских песчаных валах. Южная граница распространения кедрового стланика на полуострове проходит по склонам гор Лысая и Сопочная, находящихся в основании п-ова Лопатка. Горные тундры распространены на вулканических плато на высотах 800–1000 м, представлены лишайниковыми и кустарничковыми сообществами. На приморских равнинах западного побережья и мысе Лопатка распространены сообщества приморских кустарничковых тундр. Луговая растительность представлена разнотравными и высокотравными лугами, вейниковыми и шеломайниковыми сообществами в долинах рек, субальпийскими гераниево-лжегравилатовыми лугами пояса стлаников, а также приморскими лугами на побережьях. На приморских равнинах обоих побережий распространены обширные болотные массивы, образованные сообществами травяно-сфагновых и травяно-гипновых болот. На вулканических плато в окрестностях действующих вулканов (Ильинский, Желтовский, Кошелева, Камбальный) распространены серийные группировки зарастающих шлаковых полей. Общее фитоценотическое разнообразие растительного покрова на территории округа заметно ниже, чем в других районах полуострова: здесь отсутствует целый ряд формаций.

20. *Северокурильский тундрово-стланиковый островной округ.* Территория округа включает группу северных Курильских островов: Шумшу, Атласова, Парамушир, Анциферова, Маканруши, Авось, Онекотан, Харимкотан, Чиринкотан, Экарма, Шиашкотан, Ловушки. Рельеф большинства островов горный, высшие точки рельефа достигают 1 300–2 300 м. Наиболее значительными вершинами являются: вулкан Алаид на о. Атласова (2 339 м), вулкан Чикурачки на о. Парамушир (1 815 м), вулкан Креницына на о. Онекотан (1 324 м). Северные Курилы с обеих сторон омывают холодные морские течения. Безморозный период длится около 120 дней, средняя годовая температура воздуха составляет 1,5–3 °С. Годовая сумма осадков 1 200 мм. Растительный покров округа характеризуется отсутствием каменноберезовых лесов и широким распространением сообществ ольхового и кедрового стлаников. На приморских равнинах господствуют сообщества кустарничковых тундр. В речных долинах отмечены крупнотравные луга с участием шеломайника и крестовника и кустарниковые ивняки. В окрестностях действующих вулканов распространены шлаковые поля, лавовые потоки, а также термальные и сольфатарные поля со специфичной растительностью.

В предлагаемой схеме геоботанического районирования мы не рассматриваем Командорские острова, являющиеся самой западной группой островов Алеутского архипелага. Положение этих островов в схемах ботанико-географического и геоботанического районирования до сих пор остается дискуссионным. Различные авторы приводят весьма противоречивые сведения об их растительности. Так, А. Н. Лукичева [1956] характеризует растительность Командор как луговую, с незначительным участием тундр. В. Н. Васильев [1957, с. 10] указывает на наличие «небольших зарослей кедрового стланика» и «маленьких рощиц каменной березы». Б. П. Колесников [1961] относит Командорские о-ва к *Северопритихоокеанской* (*Камчатской*) *лугово-лиственнолесной области*, подчеркивая лесной характер области в целом. К. В. Станюкович [1973] выделяет на Командорах три высотных пояса растительности: 1) разорванная полоса (или пятна) каменноберезняков; 2) гемикриофитный кустарниково-луговой пояс с тундрами и высокотравьем; 3) эукриофитный лугово-тундровый пояс. Л. Хамет-Ахти [Hämet-Ahti et al., 1974; Хамет-Ахти, 1976] относит Командоры к средней

подзоне бореальной зоны, которую характеризует как хвойно-лесную. В последние годы появились работы по флоре и растительности Командорских островов, основанные на материалах полевых исследований [Пономарева, Яницкая, 1991; Крестов, 2004; Мочалова, Якубов, 2004], из которых следует, что на Командорских о-вах лесная и стланиковая растительность полностью отсутствует. Таким образом, имеющихся данных явно недостаточно для обоснованного решения вопроса об отнесении Командорских островов к одной из крупных единиц геоботанического районирования: либо к *Камчатской лиственнолесной подобласти*, либо к *Северотихоокеанской луговой области* Е. М. Лавренко [1950]. Не исключено, что их следует рассматривать в пределах Аляскинско-Алеутского геоботанического региона Северной Америки. Для решения этого вопроса необходимо проведение дополнительных исследований.

Заключение

По своему широтному положению полуостров Камчатка находится в таежной области. Самая северная узкая его часть – Камчатский перешеек – относится к широтной полосе (подзоне) лесотундры. При этом тундровая растительность по обоим побережьям встречается значительно южнее, до п-ова Лопатка, где широко распространены приморские кустарничковые сообщества. На Камчатке, в связи с ее меридиональной протяженностью, выраженной океаничностью климата и сильной расчлененностью рельефа, наблюдается значительное меридиональное смещение широтных зон. При разработке геоботанического районирования полуострова мы обращали особое внимание на закономерности провинциальной дифференциации растительного покрова. В связи с преобладанием горного рельефа на полуострове при выделении единиц районирования мы учитывали типы высотной поясности растительности. Набор, сочетание и высотная приуроченность различных высотных поясов отражают провинциальные изменения растительного покрова полуострова. Растительный покров различных районов полуострова Камчатка отличается по набору высотных поясов. Разработана система высотной поясности растительности Камчатки, включающая один тип, три подтипа и один вариант высотной поясности.

Разработана новая схема геоботанического районирования территории полуострова, обоснованы критерии выделения единиц районирования различного ранга: подобластей, провинций и округов. Полуостров Камчатка отнесен к особой Камчатской лиственнолесной подобласти Евразиатской таежной (хвойнолесной) области. В пределах подобласти выделено и охарактеризовано 6 провинций и 20 округов. Дифференциация растительного покрова Камчатки подчинена зональным и высотно-поясным закономерностям, на которые накладывается воздействие современного вулканизма. Это проявляется в постоянных локальных нарушениях растительного покрова. Уничтожение растительности на обширных площадях приводит к трансформации структуры растительного покрова и нарушению закономерностей высотной поясности растительности. Вулканогенная трансформация растительного покрова проявляется в поддержании существования пионерных и серийных сообществ на шлаковых полях, лавовых потоках, отложениях наземных дельт сухих речек, а также широком распространении длительнопроизводных березняков и лиственничников на месте коренных еловых лесов.

Автор выражает искреннюю признательность проф. И. Н. Сафроновой, проф. Г. Н. Огуреевой, д. б. н. Т. К. Юрковской, к. б. н. Е. А. Волковой, к. б. н. В. Ю. Нешатаеву за ценные замечания и консультации. Работа поддержана Российским Фондом фундаментальных исследований, проекты № 08-04-012294-а и 11-04-00027-а.

Литература

Васильев В. Н. Флора и палеогеография Командорских островов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 260 с.

Васильев Я. Я. Камчатская травяно-лиственнолесная область // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 61–62.

Васильев Я. Я., Городков Б. Н., Ильинский А. П. и др. О новой «Карте растительности СССР в масштабе 1 : 5 000 000» // Сов. ботаника. 1940. № 3. С. 49–58.

Волкова Е. А. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая. Тр. БИН РАН; Вып. 14. СПб., 1994. 132 с.

Волкова Е. А. Система зонально-секторного распределения растительности на Евразиатском континенте // Ботан. журн. 1997. Т. 82, № 8. С.18–34.

Геоботаническое районирование Нечерноземья Европейской части РСФСР / Под ред. В. Д. Александровой и Т. К. Юрковской. Л.: Наука, 1989. 64 с.

Геоботаническое районирование СССР / Е. М. Лавренко (ред.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 152 с.

Горчаковский П. Л., Куваев В. Б. Экологические аспекты вертикальной дифференциации растительного покрова в бореальных высокогорьях // Экология. 1985. № 3. С. 12–20.

Еленевский Р. А. Горные луга Евразии как ландшафтно-географическое явление // Землеведение. Отд. геогр. Нов. сер. 1940. Т. 1 (41). С. 72–100.

Естественноисторическое районирование СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 374 с.

Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Карта М 1 : 8 000 000 / Г. Н. Огуреева (ред.). М.: МГУ, 1999.

Ильина И. С. Некоторые вопросы объективизации геоботанического районирования // Докл. Ин-та Сибири и Дальнего Востока. 1975. № 48. С. 49–55.

Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.

Исаченко Т. И. Принципы и методы генерализации при составлении геоботанических карт крупного, среднего и мелкого масштаба // Принципы и методы геоботанического картографирования. М.; Л., 1962. С. 28–46.

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–22.

Карамышева З. В., Рачковская Е. И. Геоботаническое районирование // Растительные сообщества и животное население степей и пустынь Центрального Казахстана. Л.: Наука, 1969. Ч. 1. С. 17–31.

Кожемяко Н. Н. Природные районы бассейнов рек Авачи и Паратунки // Природные условия и районирование Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 27–35.

Колесников Б. П. Изученность растительного мира Камчатской области и задачи научно-исследовательских работ // Сырьевые ресурсы Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 143–159.

Колесников Б. П. Геоботаническое районирование Дальнего Востока и закономерности размещения его растительных ресурсов // Вопр. географии Дальнего Востока. Хабаровск, 1963. Вып. 6. С. 158–182.

Крестов П. В. Растительный покров Командорских островов // Ботан. журн. 2004. Т. 89. № 11. С. 1740–1762.

Куминова А. В. Дробное геоботаническое районирование горнотаежных территорий (на примере восточной части Западного Саяна) // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. 1970. Вып. 25. С. 57–61.

Куминова А. В. Дробное геоботаническое районирование восточной части Алтае-Саянской горной области (правобережье Енисея) // Растительность правобережья Енисея. Новосибирск, 1971. С. 67–135.

Куницын Л. Ф. Опыт природного районирования Камчатки // Природные условия и районирование Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1963а. С. 7–26.

Куницын Л. Ф. Физико-географическое районирование Камчатки // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1963б. Т. 38, вып. 2. С. 164–175.

Лавренко Е. М. Принципы и единицы геоботанического районирования // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 9–13.

Лавренко Е. М. О принципах ботанико-географического расчленения Палеарктики // Ботан. журн. 1948. Т. 33, № 1. С. 157–166.

Лавренко Е. М. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран // Проблемы ботаники. М.; Л., 1950. Вып. 1. С. 530–548.

Лавренко Е. М. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М.: Наука, 1964. С. 189–195.

Лавренко Е. М. Об очередных задачах изучения географии растительного покрова в связи с ботанико-географическим районированием СССР // Основные проблемы геоботаники. Л., 1968. С. 45–69.

Лавренко Е. М., Исаченко Т. И. Зональное и провинциальное ботанико-географическое разделение Европейской части СССР // Изв. Всесоюз. геогр. обва. 1976. № 6. С. 469–483.

Лукичева А. Н. Травяная растительность тихоокеанских островов // Растительный покров СССР (пояснительный текст к геоботанической карте). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 500–503.

Любимова Е. Л. Камчатка: Физико-географический очерк. М.: Географгиз, 1961. 190 с.

Малышев Л. И. Критерии подразделения растительного покрова и особенности поясности в горах Северной Азии // Ботан. журн. 1977. Т. 62, № 10. С. 1393–1403.

Малышев Л. И. Основные вопросы ботанико-географического районирования // География и природные ресурсы. 1987. № 1. С. 157–162.

Мочалова О. А., Якубов В. В. Флора Командорских островов // Программа «Командоры». Вып. 4. Владивосток, 2004. 120 с.

Нешатаева В. Ю. Растительность полуострова Камчатка: автореф. дис. ...докт. биол. наук. СПб., 2006. 62 с.

Нешатаева В. Ю., Нешатаев В. Ю. Принципы геоботанического районирования полуострова Камчатка // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии: Материалы Междунар. конф. к 100-летию со дня рожд. акад. Е. М. Лавренко. СПб.: Ботан. ин-т РАН, 2000. С. 88–90.

Огуреева Г. Н. Ботанико-географическое районирование СССР. М., 1991. 78 с.

Огуреева Г. Н. (ред.). Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: МГУ, 1999. 64 с.

Пономарева Е. О., Яницкая Т. О. Растительный покров Командорских островов // Природные ресурсы Командорских островов. М., 1991. С. 59–98.

Потапова Л. С. Типичные ландшафты центральной части долины р. Камчатки и их хозяйственное значение // Природные условия и районирование Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 36–53.

Принципы геоботанического районирования (стенограмма докладов С. Я. Соколова, Б. Н. Городкова и А. П. Шенникова на дискуссии при Ботаническом институте АН СССР 27–28 марта 1935 г. и выводы Геоботанического отдела Ботанического института АН СССР из этой дискуссии) // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геобот. М.; Л., 1940. Вып. 4. С. 9–35.

Рачковская Е. И., Сафронова И. Н., Волкова Е. А. Принципы и основные единицы районирования / Е. И. Рачковская, Е. А. Волкова, В. Н. Храмцов (ред.). Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб., 2003. С. 192–195.

Сафронова И. Н. Пустыни Мангышлака: Очерк растительности // Тр. Ботанического ин-та им. В. Л. Комарова РАН. Вып. 18. СПб., 1996. 211 с.

Сафронова И. Н., Юрковская Т. К., Микляева И. М. Закономерности зонального распределения растительного покрова // Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Пояснительный текст и легенда к карте М 1 : 8000 000. М., 1999. С. 5–32.

Сочава В. Б. Фратрии растительных формаций СССР и их филогения // ДАН СССР. Нов. сер. 1945. Т. 47, № 1. С. 60–64.

Сочава В. Б. Различные пути геоботанического разделения земной поверхности и их самостоятельное значение // Ботан. журн. 1948. Т. 33, № 1. С. 156–157.

Сочава В. Б. Основные положения геоботанического районирования // Ботан. журн. 1952. Т. 37, № 3. С. 349–361.

Сочава В. Б. Пути построения единой системы растительного покрова // Тез. докл. делегат. съезда ВБО (май 1957 г.). Секция флоры и растительности. Л., 1958. Вып. 4. С. 40–49.

Сочава В. Б. Вопросы классификации растительности, типологии физико-географических фаций и биогеоценозов // Классификация растительности и геоботаническая картография. Тр. Ин-та биол. Уральск. фил. АН СССР. Вып. 27. Свердловск, 1961. С. 5–22.

Сочава В. Б. Опыт деления Дальнего Востока на физико-географические области и провинции // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. 1962а. № 1. С. 23–33.

Сочава В. Б. Природное районирование Дальнего Востока // Докл. конф. по развитию производительных сил Дальнего Востока. Иркутск, 1962б. 24 с.

Сочава В. Б. Районирование и картография растительности // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука, 1966. С. 3–13.

Сочава В. Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 190 с.

Станюкович К. В. Основные типы поясности в горах СССР // Изв. ВГО. 1955. Т. 87. Вып. 3. С. 232–243.

Станюкович К. В. Растительность гор СССР (ботанико-географический очерк). Душанбе: Дониш, 1973. 310 с.

Толмачев А. И. Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов северного полушария // Ботан. журн. 1948. Т. 33, № 2. С. 161–180.

Хамет-Ахти Л. Биотические подразделения бореальной зоны // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука, 1976. С. 51–58.

Хоментовский П. А., Казаков Н. В., Чернягина О. А. Тундролесье Камчатки: проблемы сохранности и использования // Проблемы природопользования в таежной зоне. Иркутск, 1989. С. 30–46.

Юрцев Б. А., Сафронова И. Н. Дискуссия об отношении комплексного ботанико-географического районирования к неботаническим видам природного районирования // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 1. С. 162–170.

Якубов В. В., Чернягина О. А. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский: изд-во «Камачтпресс», 2004. 165 с.

Ahti T., Hämet-Ahti L., Jalas J. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe // Ann. bot. Fenn. 1968. Vol. 5, N 3. P. 169–211.

Hämet-Ahti L. Zonation of the mountain birch forests in nothernmost Fennoscandia // Ann. Bot. Soc. Vanamo. 1963. Vol. 34, N 4. P. 1–127.

Hämet-Ahti L. Notes on the vegetation zones of western Canada, with special reference to the forests of Wells Gray Park, British Columbia // Ann. Bot. Fennici. 1965. N 2. P. 274–300.

Hämet-Ahti L. Timberline meadows in Well Gray Park, British Columbia, and their comparative geobotanical interpretation // Syesis. 1978. N 11. P. 187–211.

Hämet-Ahti L. The dangers of using the timberline as the “zero line” in comparative studies on altitudinal vegetation zones // Phytocoenologia. 1979. Vol. 7, N 6. P. 49–54.

Hämet-Ahti L. The boreal zone and its biotic subdivision // Fennia. 1981. Vol. 159. P. 69–75.

Hämet-Ahti L. Mountain birch and mountain birch woodland in NW Europe // Phytocoenologia. 1987. Vol. 15, N. 4. P. 449–453.

Hämet-Ahti L., Ahti T. The homologies of the Fennoscandian mountain and coastal birch forests in Eurasia and North America // Vegetatio. 1969. Vol. 19, N 1–6. P. 208–219.

Hämet-Ahti L., Ahti T., Koponen T. A scheme of vegetation zones for Japan and adjacent regions // Ann. Bot. Fennici. 1974. N 11. P. 59–88.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Нешатаева Валентина Юрьевна
ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,
лаб. экологии растительных сообществ,
ул. Проф. Попова, д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 197376
эл. почта: vneshataeva@yandex.ru
тел.: (812) 5346703

Neshataeva, Valentina
Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Science
2 Prof. Popov St., 197376 St. Petersburg, Russia
e-mail: vneshataeva@yandex.ru
tel.: (812) 5346703

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 23–36

УДК 581.9(470.21:211.7)

К СИНТАКСОНОМИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ *DRYAS OCTOPETALA* L. [1] В ФЕННОСКАНДИИ И НА ШПИЦБЕРГЕНЕ

Н. Е. КОРОЛЕВА

Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского научного центра РАН

Приводится обзор растительных сообществ с доминированием *Dryas octopetala* L. в горных и зональных тундрах Фенноскандии (включая Мурманскую область, северные провинции Норвегии и Швеции). С целью уточнения синтаксономического положения этих сообществ выполнено сравнение с аналогичными сообществами Шпицбергена. Описана одна новая ассоциация и три новых варианта.

Ключевые слова: Фенноскандия, Шпицберген, дриадовые тундры, Браун-Бланке классификация.

N. E. Korolyova. ON SYNTAXONOMY OF *DRYAS OCTOPETALA* L.-DOMINATED TUNDRA PLANT COMMUNITIES OF FENNOSCANDIA AND SPITSBERGEN

The paper is a phytosociological survey of the *Dryas octopetala* L.-dominated plant communities in hemiarctic and orohemiarctic Fennoscandia (including Murmansk Region, northern provinces of Norway and Sweden). To more accurately specify their syntaxonomic position, the results were compared with *Dryas octopetala*-dominated units in Spitsbergen. One new association and three new variants were described.

Key words: Fennoscandia, *Dryas octopetala*-dominated plant communities, Braun-Blanquet classification.

Введение

Растительные сообщества с доминированием дриады (*Dryas octopetala*), а также *Cassiope tetragona, Carex rupestris, C. hepburnii* нечасто встречаются в горных и зональных тундрах севера Европы и резко выделяются в тундровом растительном покрове, особенно в период цветения дриады. Виды-ценозообразователи этих сообществ *Dryas octopetala, Cassiope tetragona, Carex rupestris* внесены в Красную книгу Мурманской области [2003] с категорией «бионадзор», поэтому данные сообщества, очевидно, должны быть включены в список охраняемых в Мурманской области. До сих пор нет определенности в синтаксономическом положении этих сообществ в западноевропейском секторе Арктики и Субарктики, и его выяснение является целью данной статьи.

Первые сведения о дриадовых тундрах северной Европы были опубликованы почти столетие назад – Т. Фриз [Fries, 1913] описал дриадовые сообщества в горах Шведской Лапландии

[1] Номенклатура: Игнатов, Афонина, 1992; Konstantinova, Bakalin et al., 2009; Черепанов, 1995; Santesson et al., 2004. Здесь и далее в тексте и таблицах сборные виды понимаются в широком смысле: *Dryas octopetala* s. l., *Sanionia uncinata* s. l., *Hylocomium splendens* s. l., *Cladonia gracilis* s. l. и т. д.

как “Flechtenreiche *Dryas octopetala* Assoziation”. Р. Нордхаген считал дриадовые растительные сообщества наиболее интересными в горах Фенноскандии, он же внес наибольший вклад в их синтаксономию, объединив их в союз ***Kobresio-Dryadion*** [Nordhagen, 1936]. К. Дирсен выполнил ревизию синтаксонов дриадовых тундр в Северной Европе [Dierssen, 1992] и предложил для них в Скандинавии и на Шпицбергене (т. е. и в субарктических, и в арктических тундрах) единственный союз ***Caricion nardinae*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992, с ассоциациями ***Caricetum nardinae*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992, ***Campanulo uniflоro-Elynetum*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992, ***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Fries 1913) Hadač 1946 и ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) Dierssen 1992. Диагностические виды союза – *Dryas octopetala, Carex rupestris, C. hepburnii, Kobresia myosuroides* (только в Скандинавских горах), *Salix reticulata, Rhytidium rugosum* [Dahl, 1987; Dierssen, 1992].

Т. Оба [Ohba, 1974] провел объединение циркумполярных сообществ с доминированием *Dryas octopetala* в класс ***Carici rupestris–Kobresietea***. До сих пор не выработано единого мнения о том, как этот класс «выглядит» экологически и физиономически. Существует точка зрения, что в растительном покрове здесь преобладают ксерофитные травянистые многолетники, а сообщества занимают довольно сухие и хорошо дренированные местообитания. Именно такая растительность была описана в рамках союзов ***Oxytropidion nigrescentis*** Ohba 1974 и ***Androsacio arctisibiricae-Aconogonion laxmannii*** Kucherov et Daniëls 2005 в центральных районах Чукотки [Kucherov, Daniëls, 2005]. В Гренландии в пределах союза ***Dryadion integrifoliae*** были выделены 2 подсоюза – более ксерофитный ***Dryadenion*** Sieg, Drees et Daniëls 2006 и мезо-гигрофитный ***Rhododendrenion*** Sieg, Drees et Daniëls 2006, одна из ассоциаций которого включает богатые болота (base-rich fens) [Sieg et al., 2006]. Существует мнение, что дриадовые ксерофитные пустоши и тундры следует рассматривать в классе ***Caricetea curvulae*** Hadač in Klika et Hadač 1944, а в классе ***Carici rupestris-Kobresietea*** представлены луга с участием дриады, кобрезии, высоким постоянством луговых видов злаков и разнотравья [Синельникова, 2008]. При столь широком разбросе мнений о содержании класса, будет полезным «вспомнить» содержание впервые описанного в горах Скандинавии союза ***Kobresio-Dryadion*** Nordh. 1936 (название-синоним союза ***Caricion nardinae***), а также проанализировать синтаксономическое положение европейских тундровых сообществ с доминированием *Dryas octopetala*.

Материалы и методы

Материалом для синтаксономического анализа послужили 65 геоботанических описаний дриадовых сообществ гор севера Норвегии, Швеции и в горных и зональных тундрах Мурманской области, в том числе и ранее опубликованные [Kalliola, 1939; Nordhagen, 1955] (рис. 1). Р. Нордхаген делал геоботанические описания в Скандинавских горах, в округе Torne Lappmark (Швеция), в провинциях Nordland и Finmark (Норвегия) [Nordhagen, 1955, с. 76–81]. Р. Каллиола выполнял описания на северо-западе Мурманской области и на полуострове Рыбачий [Kalliola, 1939, с. 120–131]. Автором данной статьи были сделаны 18 описаний в Хибинских и Ловозерских горах, на побережье Териберской губы и на юго-западной оконечности полуострова Рыбачий. Районы выполнения описаний в Фенноскандии относятся к субарктическим или гемиарктическим (hemiarctic) тундрам и горно-тундровому (orohemiarctic) поясу [Ahti et al., 1968; Александрова, 1977].

Кроме того, с целью сравнения были использованы опубликованные описания дриадовых тундр, выполненные в разных районах арктических тундр Шпицбергена [Rønning, 1965; Hadač, 1989; Королева и др., 2008].

Площадь описаний автора статьи составляла 25 м^2, в случае, если сообщество занимало меньшую площадь, его описывали в естественных границах. Участие видов в сложении сообществ оценивали по 6-балльной шкале обилия–встречаемости Браун-Бланке [Becking, 1957; Александрова, 1969], а именно покрытию < 1 % соответствует балл '+', от 1 до 5 % – '1', от 6 до 25 % – '2', от 26 до 50 % – '3', от 51 до 75 % – '4', от 76 до 100 % – '5'.

Площадь описаний Р. Нордхагена [Nordhagen, 1955] и Р. Каллиолы [Kalliola, 1939] составляла 4 м^2, площадь описаний, выполненных на Шпицбергене, составляла от 1 до 10 м^2 [Rønning, 1965], все авторы использовали 5-балльную шкалу оценки покрытия.

Классификацию растительности выполняли по методу Браун-Бланке [Westhoff, Maarel, 1973] с некоторыми модификациями [Daniëls, 1982; Dahl, 1987]. Названия новых синтаксонов даны в соответствии с Кодексом геоботанической номенклатуры [Weber et al., 2000]. Для синтаксонов, для которых предложено изменение статуса или названия (по сравнению с данными опубликованных обзоров растительности северной Европы), в статье приводятся таблицы геоботанических описаний. Для синтаксонов, чей статус не изменяется, дается ссылка на опубликованные таблицы описаний, а также в сводной таблице описаний (табл. 1) приводятся данные о константности видов и разбросе их проективного покрытия.

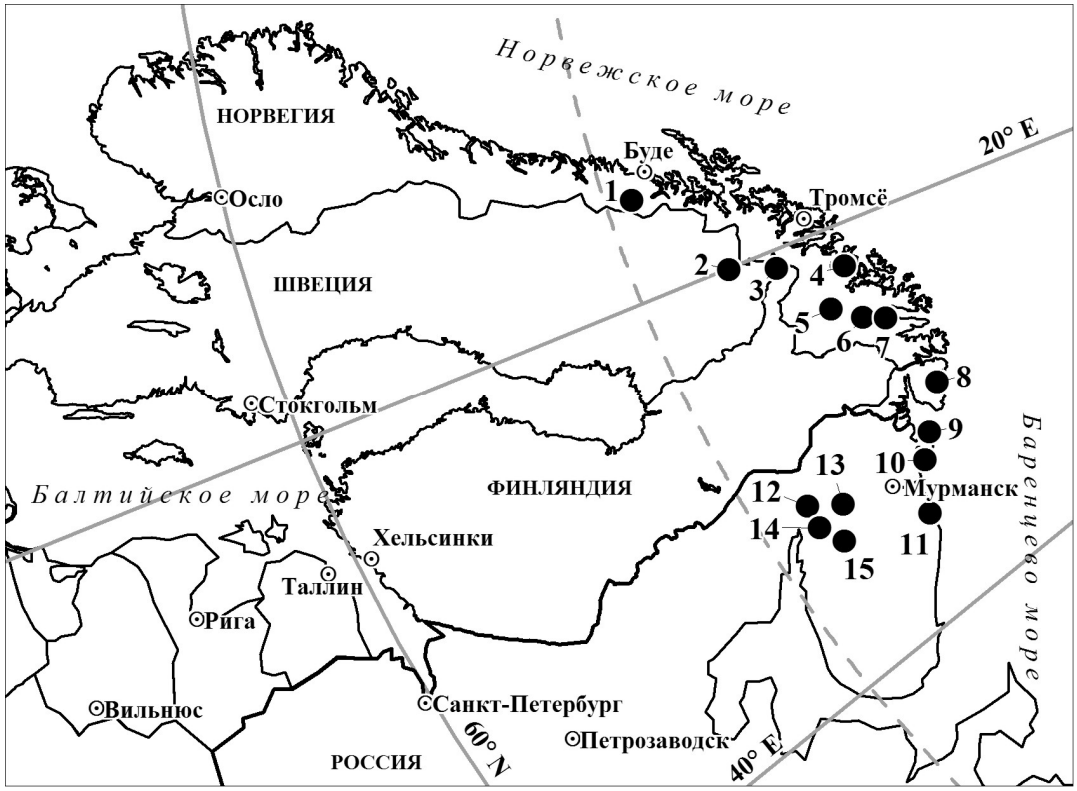


Рис. 1. Районы северной Фенноскандии, где были выполнены описания сообществ с доминированием *Dryas octopetala* L. Для опубликованных описаний приведены данные публикаций:

1: г. Skaitiaksla, г. Tausa, г. Sulitjelma, г. Solvaagtind (Норвегия, провинция Нурланн) [Nordhagen, 1955];
2: окрестности оз. Torne Träsk (Швеция, Шведская Лапландия) [Fries, 1913];
3: г. Pältsa, г. Capovave (Швеция, Шведская Лапландия) [Nordhagen, 1955];
4: г. Mikafjell, г. Finskefjell (Норвегия, на границе провинций Тромс и Финнмарк) [Nordhagen, 1955];
5: г. Mace, г. Habavuoppebakte (Норвегия, провинция Финнмарк) [Nordhagen, 1955];
6: Slöykedal (Норвегия, провинция Финнмарк, Порсангер-фьорд) [Nordhagen, 1955];
7: остров Reinöya (Норвегия, провинция Финнмарк, Порсангер-фьорд) [Nordhagen, 1955];
8: Österelv (Норвегия, провинция Финнмарк, п-ов Варангер) [Nordhagen, 1955];
9: побережье залива Пумманки, п-ов Рыбачий (Россия, Мурманская область) [Kalliola, 1939];
10: мыс Городецкий, п-ов Рыбачий (Россия, Мурманская область);
11: побережье Териберской губы (Россия, Мурманская область);
12: Чуна-тундра (Россия, Мурманская область);
13: Монче-тундра (Россия, Мурманская область);
14: Хибинские горы (Россия, Мурманская область);
15: Ловозерские горы (Россия, Мурманская область)

Таблица 1. Синоптическая таблица синтаксонов с доминированием *Dryas octopetala* L. в тундровой зоне и горно-тундровом поясе Фенноскандии и Шпицбергена

Регион	Фенноскандия						Шпицберген			
Ассоциация, местонахождение сообществ, автор описаний	***Campanulo uniflori-Elynetum*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Caricetum nardinae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryadetum octopetalae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Sphagno-Tofieldietum pusillae,*** вариант ***Cassiope tetragona*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Caricetum nardinae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Salici polaris-Dryadetum octopetalae*** (Шпицберген, Rønning, 1965; Hadač, 1989; Королева и др., 2008)	***Dryado-Caricetum rupestris*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)
Дифференцирующие виды класса ***Carici rupestris-Kobresietea bellardii***										
Dryas octopetala	II/1–5	V/2–3	V/1–3	V/4–5	V/1–3	III/+–2	V/1–4	V/2–5	V/3–5	V/1–5
Salix reticulata	II/1–2	II/1	III/1	V/1–3	I/+	IV/1–2	–	–	–	–
Astragalus subpolaris	III/1–3	III/1–2	III/1	IV/1–2	–	–	–	–	–	–
Oxytropis sordida	II/1	III/1	–	II/I	–	I/+	–	–	–	–
Rhytidium rugosum	II/3–5	I/1	–	IV/1–3	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 1.

Регион	Фенноскандия						Шпицберген			
Ассоциация, местонахождение сообществ, автор описаний	***Campanulo uniflori-Elynetum*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Caricetum nardinae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryadetum octopetalae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Sphagno-Tofieldietum pusillae,*** вариант ***Cassiope tetragona*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Caricetum nardinae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Salici polaris-Dryadetum octopetalae*** (Шпицберген, Rønning, 1965; Hadač, 1989; Королева и др., 2008)	***Dryado-Caricetum rupestris*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)
Дифференцирующие виды союза ***Caricion nardinae***										
Carex rupestris	IV/1–2	V/1–3	IV/1–3	V/1–5	–	–	II/1–2	–	V/2–5	II/1–3
C. hepburnii	I/1–2	V/2–4	–	I/1	–	–	V/1	–	–	–
Saxifraga oppositifolia	IV/1–2	V/1–2	V/1–2	V/1–3	I/+	–	III/1–2	II/+–3	IV/1–4	IV/1–2
Cassiope tetragona	–	I/1	V/1–5	–	III/+–1	V/1–2	–	I/+–3	II/1–3	V/2–5
Kobresia myosuroides	V/3–5	III/1–2	–	II/1–2	–	–	–	–	–	–
Константные виды ассоциаций с *Dryas octopetala* в Фенноскандии										
Empetrum hermaphroditum	I/1	I/1	II/2–4	IV/1–2	IV/1–3	III/1–2	–	–	–	–
Arctous alpina	I/1–2	I/1	I/1	IV/1–2	–	I/+	–	–	–	–
Vaccinium uliginosum	I/1–3	II/1	II/1–2	IV/1–2	III/1–2	III/1–2	–	–	–	–
Polytrichum juniperinum	I/1	II/1	IV/1	V/1	II/+		–	–	–	–
Saussurea alpina	I/1	I/1	IV/1	V/1	–	II/+–1	–	–	–	–
Bartsia alpina	I/1	I/1	II/1	III/1	III/+–1	IV/+–1	–	–	–	–
Tofieldia pusilla	III/1	I/1	II/1–2	V/1–2	–	III/+–1	–	–	–	–
Juncus trifidus	–	I/1	II/1	IV/1	III/+–1	I/+	–	–	–	–
Carex bigelowii	–	I/1	IV/1–3	II/1	III/+–1	III/+–2	–	–	–	–
Cladonia uncialis	I/1	–	–	IV/1	IV/+–2	II/+–1	–	–	–	–
Peltigera aphthosa	I/1	–	IV/1	I/1–2	–	III/+–1	–	I/+	–	III/+
Thalictrum alpinum	II/1–2	III/1–2	II/1	V/1	–	–	–	–	–	–
Carex vaginata	I/1–2	–	II/1–2	IV/1–2	–	–	–	–	–	–
Campanula rotundifolia	IV/1	II/1	–	III/1	–	–	–	–	–	–
Dicranum fuscescens	–	–	V/1–3	IV/1–4	–	–	–	–	–	–
Константные и доминантные виды сообществ с *Dryas octopetala* на Шпицбергене										
Hypnum bambergeri	–	–	–	–	–	–	V/1	–	IV/1	III/1
Carex misandra	–	–	–	–	–	–	–	I/+–1	IV/1	II/1–2
Oncophorus wahlenbergii	–	–	–	–	–	–	–	I/+	V/1	V/1
Luzula confusa	–	–	–	–	–	–	–	III/+–2	I/1	III/1–2
Stereocaulon alpinum	–	–	–	–	–	–	II/1	V/+–1	III/1	IV/1
Диагностические виды союза ***Loiseleurio-Diapension***										
Flavocetraria nivalis	V/1–5	IV/1–2	V/1	V/2–3	IV/+–3	II/+–1	V/1	I/1	II/1	II/1
Silene acaulis	III/1–2	IV/1	V/1–3	V/1–3	III/+–2	II/1–2	–	II/+–1	II/1	I/1
Alectoria nigricans	I/1	II/1	–	IV/1	III/1–2	–	–	–	–	–
A. ochroleuca	II/1–3	II/1	–	III/+–1	III/1	I/+	–	–	–	–
Diapensia lapponica	I/1	I/1	I/1	II/1	I/+	–	–	–	–	–
Loiseleuria procumbens	–	–	–	–	IV/+–1	II/+–1	–	–	–	–
Прочие виды										
Bistorta vivipara	IV/1–2	III/1	V/1–2	V/2–3	–	III/+–1	V/1–2	V/+–2	III/1	IV/1–2
Cetraria islandica	I/1	I/1	V/1	V/1	V/2–4	IV/1–2	III/1	II/+–2	III/1	IV/1
Salix polaris	–	–	IV/1–3	III/1	I/+	II/+–1	IV/1–3	V/+–4	IV/1–4	V/1–4
Racomitrium lanuginosum	–	I/1	II/1	IV/2–4	III/1–3	–	–	IV/+–4	I/1	I/1
Hylocomium splendens	–	–	V/3–5	V/1–3	–	IV/1–4	II/1	V/+–1	II/1	III/1
Flavocetraria cucullata	V/1	–	V/1	V/1	–	–	–	–	–	–
Ochrolechia frigida	III/2–3	V/1–3	IV/1	IV/1–4	I/+	–	V/1	III/+–1	IV/1	II/+
Thamnolia vermicularis	III/1	–	IV/1	V/1	I/+	I/+	I/1	I/+	–	I/1
Aulacomnium turgidum	–	–	IV/1–3	II/1–2	–	–	III/1	III/1–3	I/1	III/1
Ptilidium ciliare	–	–	V/1–3	–	–	I/+	–	IV/+–1	–	II/1
Tomenthypnum nitens	–	–	IV/1–4	IV/1	–	–	III/1	II/1	IV/1	IV/1
Polytrichastrum alpinum	I/1–2	II/1	–	–	–	–	–	II/+–1	–	–
Pleurozium schreberi	–	–	II/1	–	–	III/+–3	–	I/+	–	–
Sanionia uncinata	–	–	II/1	–	I/+	III/1–3	III/1	IV/+–4	III/1	III/1–4
Ditrichum flexicaule	I/3	–	I/1	III/1	I/+	–	–	I/+		III/+
Bryocaulon divergens	III/1	I/1	–	I/1	–	–	I/1	–	–	–
Cerastium alpinum	II/1	II/1	II/1	III/1	–	–	–	III/+	–	–
Poa alpina	–	–	–	I/+	–	–	II/1	I/+	I/1	–
Huperzia selago	–	–	II/1	II/1	I/+	–	–	I/+	–	–
Cladonia arbuscula	I/1	–	–	III/1	I/+	III/+–2	–	I/+	–	–

Регион	Фенноскандия						Шпицберген			
Ассоциация, местонахождение сообществ, автор описаний	***Campanulo uniflоro-Elynetum*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Caricetum nardinae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Dryadetum octopetalae*** (Скандинавские горы, Nordhagen, 1955)	***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Sphagno-Tofieldietum pusillae,*** вариант ***Cassiope tetragona*** (Мурманская обл., Королева, настоящая статья)	***Caricetum nardinae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Salici polaris-Dryadetum octopetalae*** (Шпицберген, Rønning, 1965; Hadač, 1989; Королева и др., 2008)	***Dryado-Caricetum rupestris*** (Шпицберген, Rønning, 1965)	***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Шпицберген, Rønning, 1965)
Cladonia pyxidata	II/1	II/1	–	–	–	–	II/1	I/+	I/1	I/1
Pedicularis hirsuta	–	–	I/1	I/1	–	–	I/1	III/+	II/1	I/1
Equisetum variegatum	–	–	II/1	–	–	–	–	–	I/1	I/1
Oxyria digyna	–	–	II/1–2	–	–	–		II/+	I/1	II/1
Sphaerophorus globosus	III/1	–	I/1	II/1–2	I/+	–	–	–	–	–
Cladonia gracilis	I/1	I/1	.	III/1	I/+	I/+	–	–	–	–
Festuca ovina	III/1–3	–	III/1–2	II/1–2	II/+–1	–	–	–	–	–
Betula nana	–	–	III/1–4	I/1	II/+	I/+	–	–	–	–
Vaccinium vitis-idaea	I/1	–	III/1–3	–	III/+	II/+	–	–	–	–
Luzula spicata	–	.	II/1	I/1	–	I/+	–	–	–	–
Pinguicula alpina	I/1–3	–	–	II/1		I/+	–	–	–	–
Pedicularis lapponica	–	–	II/1	I/1	I/+	I/+	–	–	–	–
Chamorchis alpina	II/1	I/1	I/1	II/1	–	–	–	–	–	–
Rhododendron lapponicum	I/1–2	I/1	I/1	II/1–4	–	–	–	–	–	–
Carex glacialis	–	II/1–2	I/1	–	–		–	–	–	–
Selaginella selaginoides	–	–	II/1	–	I/+	II/+	–	–	–	–
Antennaria dioica	I/1	I/1	–	I/1	II/+–1	–	–	–	–	–
Euphrasia frigida	–	I/1	I/1	I/1	–	–	–	–	–	–
Gymnomitrion corallioides	II/2–4	III/1–5	–	II/1–5	–	–	–	–	–	–
Vaccinium myrtillus	–	–	–	–	III/1–2	–	–	–	–	–
Diphasiastrum alpinum	–	–	–	–	III/+–1	–	–	–	–	–
Racomitrium microcarpon	–	–	–	–	III/1–2	I/+	–	–	–	–
Dicranum majus	–	–	–	–	III/+–1	III/+–2	–	I/1	II/1	IV/1
Phyllodoce caerulea	–	–	–	–	III/+–1	III/+–1	–	–	–	–
Aulacomnium palustre	–	–	–	–	–	III/+–4	–	–	–	–
Cetrariella delisei	–	–	–	–	–	–	I/+	–	I/1	I/1
Tortula ruralis	–	–	–	–	–	–	II/1	I/+	II/1	II/1
Festuca rubra	–	–	–	–	–	–	–	I/+	I/+	I/1
Luzula nivalis	–	–	–	–	–	–	–	I/+	I/1	III/1–2
Pedicularis dasyantha	–	–	–	–	–	–	–	I/+	I/1	III/1
P. oederi	II/1	–		II/1	–	–	–	–	–	–
Distichium capillaceum	–	–	–	–	–	–	I/1	–	I/1	I/1
Carex capillaris	I/1–2	–	–	II/1–2	–	–	–	–	–	–
Festuca vivipara	–	–	III/1–2	I/1	–	–	–	–	–	–
Nephroma arcticum	–	–	–	I/1	–	III/+–1	–	–	–	–
Campanula uniflora	–	II/1	–	III/1–2	–	–	–	–	–	–
Stereocaulon paschale	–	–	III/1	–	–	II/1	–	–	–	–
Equisetum scirpoides	–	–	I/1	–	–	–	–	–	I/1	I/1
E. arvense	–	–	–	–	–	–	–	I/+	–	I/1
Cladonia coccifera	I/1	II/1	–	I/1	–	–	–	–	–	–
Salix glauca	–	–	II/1	–	–	I/+	–	–	–	–
Carex atrata	–	–	I/1	II/1	–	–	–	–	–	–
Luzula spicata	I/1	II/1	–	–	–	–	–	–	–	–
Cerastium arcticum	–	–	–	–	–	–	–	–	I/1	II/1
Cladonia stellaris	I/1	–	–	–	I/+	–	–	–	–	–
Tortella tortuosa	–	–	–	III/1	–	–	–	–	–	–
Saxifraga cespitosa	–	–	–	–	–	–	–	II/+	–	I/1
S. aizoides	–	–	–	III/1	–	–	–	–	I/1	I/1
Draba alpina	–	–	–	–	–	–	I/1	–	I/1	I/1
Minuartia biflora	–	–	–	–	–	–	I/1	–	I/1	I/1
Stellaria crassipes	–	–	–	–	–	–	–	–	–	III/1
Trisetum spicatum	–	–	–	–	–	–	II/1	–	–	I/1
Barbilophozia lycopodioides	–	–	–	–	–	I/1	–	–	–	I/1
Lecanora epibryon	–	–	–	–	–	–	I/1	–	III/1	III/1
Lecidea sp.	–	–	–	–	–	–	I/1	–	III/1	III/1

Примечание. Виды, с константностью I и II, встречающиеся только в одном синтаксоне, опущены. В рамку обведены диагностические виды ассоциаций.

Результаты

Acc. ***Caricetum nardinae*** Nordh.1935 ([Nordhagen, 1955, p. 67–69, table I; Rønning, 1965, p. 18–23, table 1]; табл. 1).

Синонимы. ***Nardino-Dryadetum*** Rønning, 1965.

Состав и структура. Диагностический вид – *Carex hepburnii*, который доминирует и создает аспект в сообществах. Кроме того, постоянно встречаются *Carex rupestris, Dryas octopetala, Kobresia myosuroides* (только в горах Норвегии), *Saxifraga oppositifolia* (см. табл. 1). Число видов в сообществе определяется топографическим положением – в малоснежных местообитаниях в Скандинавских горах на севере Норвегии описаны маловидовые (9 видов) сообщества, в более защищенных число видов выше – до 23. Растительный покров несомкнут, в нем преобладают дерновинки осок с характерно искривленными, распростертыми побегами. Хионофобный характер сообществ подчеркивается постоянным присутствием и доминированием таких лишайников, как *Alectoria ochroleuca, Sphaerophorus globosus, Flavocetraria nivalis, Ochrolechia frigida, Bryocaulon divergens.* В скандинавских сообществах ассоциации от 17 до 26 видов, в среднем 22, всего в викарианте 59 видов [Nordhagen, 1955, p. 68–69]. В сообществах ассоциации на Шпицбергене от 6 до 22 видов, в среднем 14, всего 45 видов [Rønning, 1965, table 1).

Экология и распространение. Викарианты ассоциации описаны в горах Скандинавии, где встречаются редко, и на Шпицбергене, где они более распространены [Nordhagen, 1955; Rønning, 1965; Möller, 2000]. Сообщества везде связаны с кальцийсодержащими горными породами и занимают наиболее экспонированные к ветру, часто эродированные местообитания на щебнистых и каменистых субстратах.

Синтаксономия. На Шпицбергене выделены 2 субассоциации, **«Fragmentarische Subassoziation»** и **«Typische Subassoziation»**, которые различаются по структуре растительного покрова, видовому составу и занимаемым местообитаниям [Möller, 2000].

Acc. ***Campanulo unifloro-Elynetum*** (Nordh. 1928) Dierssen 1992 (см. табл. 1).

Синонимы. ***Kobresietum myosuroidis*** Nordh. (1928) 1955, ***Carici rupestris–Kobresietum myosuroidis*** (Nordh. 1935) Dahl 1987.

Состав и структура. Доминант и диагностический вид – *Kobresia myosuroides.* По видовому составу различия со скандинавским вариантом предыдущей ассоциации невелики, также присутствуют, но с меньшим покрытием *Carex hepburnii* и *C. rupestris*, хионофобные кустистые и корковые лишайники. В сообществах ассоциации от 21 до 35 видов, в среднем 24, всего в ассоциации 32 вида.

Экология и распространение. Сообщества этой, как и предыдущей ассоциации, распространены в горах Скандинавии, на каменистых сухих вершинах, сложенных основными и кальцийсодержащими породами, но в более широком экологическом диапазоне, что отразилось в синтаксономическом подразделении ассоциации [Nordhagen, 1955].

Синтаксономия. Ассоциация была разделена на 2 варианта: ***Kobresia myosuroides – Alectoria ochroleuca – Cetraria nivalis***-var., который включает сообщества наиболее сухих и бесснежных местообитаний, с большим покрытием хионофобных лишайников, и ***Kobresia myosuroides – Rhytidium rugosum***-var. – объединяющий сообщества местообитаний с умеренным снежным покровом, где выше доля напочвенных корковых лишайников и покрытие зеленых мхов *Ditrichum flexicaule, Rhytidium rugosum, Thuidium abietinum* [Nordhagen, 1955].

Acc. ***Dryado-Caricetum rupestris*** (Rønning 1965) Hadač 1989 ([Rønning, 1965, p. 21–23, table 2], см. табл. 1).

Синонимы. ***Rupestri-Dryadetum*** Rønning 1965.

Состав и структура. Доминант и диагностический вид – *Carex rupestris*, постоянно присутствуют *Dryas octopetala, Pedicularis dasyantha, Saxifraga oppositifolia, Salix polaris*. Мхи *Hypnum bambergeri, Oncophorus wahlenbergii, Tomenthypnum nitens* распределены между дерновинами осоки и кустарничками, а из лишайников наиболее обычны *Cetraria islandica, Flavocetraria nivalis, Lecanora epibryon, Ochrolechia frigida*. В сообществах ассоциации на Шпицбергене от 9 до 19 видов, в среднем 14, всего в ассоциации 50 видов.

Экология и распространение. Сообщества широко распространены на Шпицбергене в сухих и бесснежных, но менее экспонированных к ветру местообитаниях, чем у асс. ***Caricetum nardinae***, на прибрежных террасах, на гребнях моренных холмов, на склонах речных долин.

Синтаксономия. Дирсен [Dierssen, 1992] эту ассоциацию объединил со шпицбергенскими ассоциациями ***Dryadetum minoris*** Hadač (1946) 1989 (син. ***Polari-Dryadetum***

Rønning 1965), ***Rupestri-Dryadetum*** Rønning 1965 и с описанной в горах Скандинавии ***Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) 1955 в одну экологически, географически и флористически гетерогенную асс. ***Carici rupestris–Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) Dierssen 1992. На наш взгляд, такое объединение не отражает существующих различий между синтаксонами. Поэтому здесь мы рассматриваем ассоциации отдельно, преобразуя при необходимости авторские названия, данные при первом описании, в соответствии с требованиями Кодекса фитосоциологической номенклатуры [Weber et al., 2000].

Acc. ***Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) 1955 ([Nordhagen, 1955, p. 77–81, tab. III]; см. табл. 1).

Синонимы. Moosreiche ***Dryas octopetala***-heide [Nordhagen, 1928], artenreiche ***Dryas***-soziation [Kalliola, 1939].

Состав и структура. Диагностический вид *Dryas octopetala* (доминант). В горах Скандинавии, где ассоциация была описана впервые [Fries, 1913; Nordhagen, 1936, 1943, 1955], она объединяет сомкнутые и несомкнутые сообщества и группировки, в которых, помимо *Dryas octopetala*, доминируют кустарнички (*Empetrum hermaphroditum, Arctous alpina, Silene acaulis, Vaccinium uliginosum*), постоянно встречаются мезофитные травы (*Saussurea alpina, Saxifraga aizoides, Thalictrum alpinum, Tofieldia pusilla*) и мхи (*Hylocomium splendens, Racomitrium lanuginosum, Rhytidium rugosum*), а также лишайники, диагностические виды союза ***Loiseleurio-Diapension***, *Flavocetraria nivalis, Alectoria ochroleuca, Ochrolechia frigida*. Альфа-разнообразие очень велико: в сообществах от 22 до 49 видов, в среднем 35, всего в ассоциации 90 видов. Большая доля мезофитов является особенностью этих сообществ [Nordhagen, 1955].

Экология и распространение. Сообщества нечасто встречаются в тундровом поясе Скандинавских гор, реже в зональных тундрах на севере Фенноскандии, к востоку, включая полуостров Рыбачий. Они обычно занимают открытые кальцийсодержащие местообитания, выходы ракушечника, обнажения коренных пород.

Синтаксономия. Р. Нордхаген [Nordhagen, 1955] писал о возможности разделить ассоциацию, по крайней мере, на два варианта, различающихся по структуре и видовому составу, первый, с преобладанием мхов, второй – с доминированием хионофобных лишайников [Nordhagen, 1955].

Acc. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** ass. nov. (табл. 2, номенклатурный тип оп. 232/87; см. табл. 1).

Синонимы. ***Dryas-Alectoria-Cetraria nivalis***-Soziation [Kalliola, 1939].

Состав и структура. Диагностический вид *Loiseleuria procumbens*. Сообщества с разной степенью сомкнутости, в них куртины мхов (*Racomitrium lanuginosum, R. microcarpon*) и кустарничков (*Dryas octopetala, Cassiope tetragona, Empetrum hermaphroditum, Vaccinium myrtillus*) распределены между подушками лишайников *Alectoria ochroleuca, A. nigricans, Cetraria islandica, Flavocetraria nivalis*, которые составляют основу растительного покрова и вместе с дриадой создают аспект. В отличие от асс. ***Dryadetum octopetalae*** в сообществах нет большинства диагностических видов союза ***Caricion nardinae***, но присутствуют виды союзов ***Loiseleurio-Diapension*** и ***Phyllodoco–Vaccinion***. В сообществах от 11 до 22 видов, в среднем 18 видов, всего в ассоциации 60 видов.

Экология и распространение. Сообщества довольно обычны в Мурманской области, хотя и не занимают большой площади. Они распространены в горных тундрах (в Хибинах, Ловозерских горах, Чуна- и Монче-тундре), а также встречаются в тундровой зоне на побережье Западного Мурмана. Сообщества располагаются в основном на щебнистых и каменистых, прогреваемых склонах южной, юго-западной экспозиции, на вершинах, на протяжении всего горно-тундрового пояса, иногда «спускаясь» по каменистым осыпям в лесные пояса. В зональных тундрах сообщества занимают скальные уступы прибрежного плато.

Синтаксономия. Выделены два варианта, ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** вар. ***Vaccinium myrtillus*** var. nov. (табл. 2, номенклатурный тип 232/87) и ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** вар. ***Flavocetraria nivalis*** var. nov. (табл. 2, номенклатурный тип 2Ко/02). Варианты различаются и по местообитаниям: сообщества первого, с участием *Vaccinium myrtillus*, более часты в нижних подпоясах горных тундр, сообщества второго, с доминированием хионофобных лишайников, встречаются на плато и вершинах гор.

Нордхаген [Nordhagen, 1955] высказывал сомнения по поводу отнесения этих сообществ к союзу ***Caricion nardinae*** из-за отсутствия диагностических видов союза, кроме *Dryas octopetala* и *Cassiope tetragona.* Но вряд ли можно отнести такие сообщества и к союзу ***Loiseleurio-Diapension*** – ведь диагностические виды этого союза постоянно встречаются

Таблица 2. Асс. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** ass. nov. вариант ***Vaccinium myrtillus*** var. nov. (1) и ***Flavocetraria nivalis*** var. nov. (2)

Вариант	***Vaccinium myrtillus***					***Flavocetraria nivalis***						
Проективное покрытие, %:												
общее	60	40	75	100	60	70	65	100	50		константность	
сосудистые	35	15	25	50	45	10	35	10	35			
мхи	5	15	15	5	1	5	5	10	5			
лишайники	–	50	35	50	15	1	75	50	50			
Абсолютная высота, м н. у. м.	370	650	645	750	600	650	800	1100	50			
Экспозиция	–	SW	SW	SO	SW	N	–	–	S			
Крутизна, град.	0	15	10	25	15	45	0	0	3			
Число видов	22	11	15	24	22	23	15	17	18			
Номер описания: авторский	265/87	13/88	11/88	97/87	232/87	24/87	69/87	250/87	2Ko/02			
табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	вар. 1	вар. 2	асс.
Диагностический вид асс. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae***												
Loiseleuria procumbens	+	–	–	+	1	–	+	+	1	III/+–1	3/+–1	**IV/+–1**
Диагностические виды союза ***Loiseleurio-Diapension***												
Flavocetraria nivalis	–	–	–	1	1	2	+	2	3	II/1	4/+–3	**IV/+–3**
Alectoria ochroleuca	–	–	1	–	1	1	1	–	1	II/1	3/1	**III/1**
A. nigricans	–	–	–	1	–	1	2	–	1	I/1	3/1–2	**III/1–2**
Silene acaulis	+	–	–	+	–	+	–	1	–	II/+	2/+–1	**III/+–2**
Phyllodoce caerulea	–	–	1	1	1	+	–	–	–	III/1	1/+	**III/+–1**
Диагностические виды союза ***Caricion nardinae***												
Dryas octopetala	2	2	3	2	3	2	2	2	1	V/2–3	4/1–2	**V/1–3**
Cassiope tetragona	+	–	+	–	1	+	–	1	–	III/+–1	2/+–1	**III/+–1**
Диагностические виды варианта ***Vaccinium myrtillus*** и союза ***Phyllodoco–Vaccinion***												
Vaccinium myrtillus	1	2	1	2	1	–	–	–	–	V/1–2	–	**III/1–2**
Прочие виды												
Cetraria islandica	3	2	3	3	2	2	3	3	1	V/2–3	4/1–3	**V/2–4**
Empetrum hermaphroditum	–	–	–	3	2	1	1	1	1	II/2–3	4/1	**IV/1–3**
Cladonia uncialis	+	+	+	1	1	–	2	+	–	V/+–1	4/+–2	**IV/+–2**
Racomitrium microcarpon	–	–	+	1	1	1	–	+	–	III/+–1	2/+–1	**III/+–1**
R. lanuginosum	–	2	3	–	–	1	–	2	1	II/2–3	3/1–2	**III/1–3**
Bartsia alpina	–	+	–	+	+	+	–	1	–	III/+	2/+–1	**III/+–1**
Vaccinium uliginosum	–	2	–	1	–	1	2	–	–	II/1–2	2/1–2	**III/1–2**
V. vitis-idaea	+	–	+	–	–	+	+	+	–	II/+	3/+	**III+**
Diphasiastrum alpinum	1	–	–	–	+	+	–	1	–	II/+–1	2/+–1	**III/+–I**
Carex bigelowii	1	–	–	–	+	–	1	1	–	II/+–1	2/1	**III/+–1**
Dicranum majus	–	–	+	+	+	+	–	1	–	III/+	2/+–1	**III/+–1**
Juncus trifidus	1	–	–	+	+	+	–	–	1	III/+–1	2/+–1	**III/+–1**
Betula nana	+	+	–	–	–	+	–	–	–	II/+	1/+	**II/+**
Polytrichum juniperinum	+	–	–	+	–	+	–	–	–	II/+	1/+	**II/+**
Festuca ovina	–	–	1	+	–	–	–	1	–	II/+–1	1/1	**II/+–1**
Antennaria dioica	+	–	–	–	–	–	+	–	1	I/+	2/+–1	**II/+–1**

Примечание. Встречены в 1–2 описании с покрытием «+ », если иным, то это указано в скобках: *Agrostis borealis* (1) 265/87; *Anthoxanthum alpinum* 97/87; *Antennaria dioica* 265/87, 13/88; *Barbilophozia lycopodioides* 232/87; *Cladonia amaurocraea* (2) 265/87, 24/87; *C. arbuscula* 24/87; 2Ko/02; *C. gracilis* 13/89; *C. stellaris* 24/87; *Cetraria aculeata* 2Ko/02; *Diapensia lapponica* 2Ko/02; *Dicranum scoparium* 2Ko/02; *D. congestum* (1) 11/87, (1) 232/87; *Ditrichum flexicaule* 2Ko/02; *Harrimanella hypnoides* 265/87; *Hieracium alpinum* 265/87, 97/87; *Huperzia selago* 265/87, 232/87; *Kiaeria starkei* 265/87, 232/87; *Ochrolechia frigida* 2Ko/02; *Pedicularis lapponica* 97/87; *Polytrichum piliferum* 69/87; *Potentilla crantzii* 97/87; *Racomitrium canescens* 24/87, 69/87; *Salix polaris* 11/87, 232/87; *S. reticulata* 265/87; *Sanionia uncinata* 97/87; 2Ko/02; *Saxifraga oppositifolia* 232/87, 250/87; *Selaginella selaginoides* 2Ko/02; *Solidago lapponica* 265/87; *Sphaerophorus globosus* 2Ko/02; *Stereocaulon* sp. 97/87; *Thamnolia vermicularis* 13/87, 97/87; *Tetralophozia setiformis* 24/87; *Veronica alpina* 97/87; *Viola montana* 69/87.

Местоположение описаний: Мурманская обл., Хибинские горы: **256/87** – северный отрог г. Поачвумчорр, 11.08.1987; **13/88** и **11/88** – г. Расвумчорр, южные отроги, 29.07.1987; 97/87 – выход на плато Эвеслогчорр, в западине, 15.07.1987; **232/87** – выход на вершину г. Партомпорр, 9.08.1987; **24/87** – склоны г. Юкспор к долине р. Тульйок, 01.07.1987, **69/87** – г. Эвеслогчорр после пер. Юкспорлакк, на щебнистой осыпи; **250/87** – плато Рисчорр, пятнистая тундра на щебне, 10.08.1987; Мурманский берег: **2Ko/87** – побережье Териберской губы, склон прибрежной возвышенности, на скальных уступах, 17.07.2002. Автор описаний Н. Королева.

во всех скандинавских ассоциациях союза ***Caricion nardinae*** (см. табл. 1). На наш взгляд, возможно размещение асс. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** в союзе ***Caricion nardinae*** в качестве обедненного видами синтаксона союза на основных, более бедных доступным кальцием, породах Хибин и Ловозерских гор.

Асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** (Rønning 1965) nom. mut. prop. (табл. 3, номенклатурный тип оп.11Н/85; см. табл. 1).

Синонимы. ***Dryadetum minoris*** Hadač (1946) 1989, ***Polari-Dryadetum*** Rønning 1965.

Состав и структура. Диагностические виды *Ptilidium ciliare, Racomitrium lanuginosum, Sanionia uncinata* вместе с другими мохообраз-

Таблица 3. Асс. ***Salici polaris-Dryadetum octopetalae*** (Rønning 1965) nom. mutat. propos.

Проективное покрытие, %:											константность
общее	75	75	100	100	90	90	нет данных			100	
сосудистые	60	50	95	65	60	60	нет данных			90	
мхи	50	75	5	35	30	30	нет данных			20	
лишайники	1	5	1				нет данных				
Абсолютная высота, м н. у. м.	50	50	15	50	50	50	нет данных			50	
Экспозиция	N	NW	S	SW	W	SW	S	S	S	W	
Крутизна, град.	10	5	5	35	25	20	нет данных			40	
Число видов	30	22	8	18	16	23	21	14	11	20	
Номер описания: авторский	194/91	196/91	224/91	9H/85	10H/85	11H/85	5/1R/58	5/2R/58	5/3R/58	76H/85	
табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Диагностические виды ассоциации ***Salici polaris-Dryadetum octopetalae***											
Sanionia uncinata	+	4	+	1	2	2	1	–	–	+	IV/+–4
Racomitrium lanuginosum	4	1	–	2	2	1	1	–	1	+	IV/+–4
Ptilidium ciliare	+	+	–	1	+	+	–	1	1	–	IV/+–1
Диагностические виды союза ***Caricion nardinae***											
Dryas octopetala	2	3	5	3	3	3	5	5	5	4	V/2–5
Cassiope tetragona	3	+	–	–	–	–	–	–	–	–	I/+–3
Прочие виды											
Salix polaris	1	+	–	2	2	2	3	4	4	2	V/+–4
Hylocomium splendens	1	+	+	1	+	+	1	1	–	1	V/+–1
Stereocaulon alpinum	+	–	+	1	+	+	1	–	1	+	V/+–1
Bistorta vivipara	+	+	+	1	2	1	1	1	1	2	V/+–2
Luzula confusa	+	+	–	2	1	2	–	–	–	+	III/+–2
Pedicularis hirsuta	+	+	–	+	+	+	–	–	–	+	III/+
Aulacomnium turgidum	–	–	–	3	1	2	1	1	–	2	III/1–3
Cerastium arcticum	–	+	–	+	+	–	1	–	1	–	III/+
Silene acaulis	–	–	–	–	1	1	1	–	–	+	II/+–1
Saxifraga oppositifolia	–	–	+	–	–	–	2	3	2	–	II/+–3
Oxyria digyna	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	II/+
Poa arctica	–	–	–	+	1	1	–	–	–	1	II/+–1
Dicranum elongatum	–	–	–	1	+	1	–	–	–	1	II/+–1
Saxifraga caespitosa	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	II/+
Protopannaria pezizoides	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	II/+
Tomenthypnum nitens	–	–	1	–	–	–	1	1	1	–	II/1
Peltigera rufescens	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	II/+
Draba alpina	–	–	–	–	+	–	1	–	–	+	II/+–1
Polyrichastrum alpinum	–	–	–	–	–	+	1	1	–	1	II/+–1
Ochrolechia frigida	+	+	+	–	–	–	.	1	1	–	III/+–1
Psoroma hypnorum	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	II/+
Cetraria islandica	2	+	–	–	–	–	1	1	–	–	II/+–2
Cladonia amaurocraea	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	II/+

Примечание. Встречены в 1–2 описании с покрытием «+ », если иным, то это указано в скобках: *Bryum* sp. 224/91; *Caloplaca tirolensis* 224/91; *C. cerina* 224/91; *Carex lachenalii* 196/91, 224/91; *C. misandra* (1) 5/2R/58, 5/1/R58; *Cerastium alpinum* 194/91, 224/91; *Cetrariella delisei* 9H/85; *Cladonia arbuscula* 194/91, 196/91; *C. pyxidata* 224/91; *C. stricta* 194/91; *Collema ceraniscum* 224/91; *Dicranum majus* (1) 5/2R/58, (1) 5/1/R58; *D. groenlandicum* (3) 194/91, 224/91; *Ditrichum flexicaule* 224/91, 11H/85; *Draba adamsii* 11H/85; *D. lactea* 11H/85, *D. nivalis* 76H/85; *Equisetum arvense* 9H/85, 224/91; *Festuca rubra* (1) 5/1/R58; *Flavocetraria nivalis* (1) 5/1/R58; *Huperzia selago* 11H/85, 194/91; *Lecidea* sp.(1) 5/2R/58, (1) 5/3/R58; *Leptogium imbricatum* 224/91; *Luzula nivalis* (1) 5/1/R58; *Minuartia biflora* 194/91, 224/91; *Oncophorus wahlenbergii* (1) 5/1/R58; *Pedicularis dasyantha* 196/91, 194/91; *Peltigera aphthosa* (2) 76H/85;(1) 5/3/R58; *P. canina* 194/91, 224/91; *Pleurozium schreberi* 196/91; *Poa alpina* 11H/85, 194/91; *Potentilla hyparctica* 76H/85; *Racomitrium canescens* (1) 194/91, 224/91; *Saxifraga foliolosa* (1) 5/1/R58; *Schistidium apocarpum* 224/91; *Sphenolobus minutus* 194/91, 196/91; *Stellaria crassipes* 76H/85; *Taraxacum arcticum* 11H/85; *Thamnolia vermicularis* 224/91; *Tortula ruralis* 224/91; *Trisetum spicatum* 11H/85, 194/91.

Местоположение описаний. Западный Шпицберген. **194/91** и **196/91** – предгорная терраса на левом берегу р. Грен, 06.08.1991; **224/91** – западное побережье Грен-фьорда напротив п. Баренцбург, склон береговой террасы, 12.08.1991 (автор описаний Н. Королева). **9H/85**, **10H/85**, **76H/85** и **11H/85** – склон г. Гренфьордфьеллет к югу от п. Баренцбург, 04.07.1985 (автор описаний Е. Хадач [E. Hadač, 1989, c. 160–161]). Побережье Ис-фьорда, **5/1R/58, 5/2R/58** и **5/3R/58** – Юмербукта, у подножия г. Моренкиелен, на склоне небольшой трещины. 15.07.1958 (автор описаний О. Рённинг [Rønning, 1965, p. 25]).

ными (*Aulacomnium turgidum, Hylocomium splendens*) составляют основу моховой дернины, в которую «вплетены» кустарнички *Dryas octopetala* и *Salix polaris* и травянистые многолетники *Luzula confusa, Bistorta vivipara, Pedicularis hirsuta*. От сообществ скандинавской асс. ***Dryadetum octopetalae*** отличаются флористически и по структуре растительного покрова. От шпицбергенских асс. ***Dryado-Caricetum rupestris*** и ***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** ассоциация отличается отсутствием (либо значительно меньшим участием) *Carex rupestris* и

Cassiope tetragona, а также большей ролью видов *Salix polaris, Luzula confusa* и *Bistorta vivipara*, что сближает ее с ивково-ожиковыми тундрами, описанными на Шпицбергене в асс. ***Luzulo confusae-Salicetum polaris*** Hadač (1946) 1989. Число видов в сообществах от 11 до 30, среднее 18, всего в ассоциации 65 видов.

Экология и распространение. В отличие от асс. ***Dryadetum octopetalae*****,** сообщества которой распространены в южных тундрах и в горно-тундровом поясе Фенноскандии, эта ассоциация приурочена к типичным и арктическим тундрам. Сообщества ее довольно обычны на Шпицбергене, располагаются на дренированных, сухих местообитаниях, занимая иногда промежуточное положение в микрорельефе между сообществами асс. ***Caricetum nardinae*** и ***Dryado-Cassiopetum tetragonae***.

Синтаксономия. Валидно ассоциация была описана Е. Хадачем [Hadač, 1946, 1989] под названием ***Dryadetum minoris*** Hadač 1946, впоследствии О. Рённинг [Rønning, 1965] объединил ее и асс. ***Tomentohypnetum involuti*** Hadač 1946 в асс. ***Polari-Dryadetum*** Rønning 1965, а затем Дирсен [Dierssen, 1992] включил ее в состав крупной асс. ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) Dierssen 1992. В данной статье мы придерживаемся точки зрения Рённинга [O. Rønning, 1965] и разделяем ивково-дриадовые сообщества асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** и скально-осоково-дриадовые сообщества асс. ***Dryado-Caricetum rupestris.*** Поскольку наименование *Dryas octopetala* ssp. *minor* Hook. (основа первого валидного названия ассоциации) в современной ботанической литературе о Шпицбергене не используется, его изменили с формированием nomen mutatum propositum, в соответствии со ст. 45 Кодекса [Weber et al., 2000]. Ближайшее по времени опубликования название этой ассоциации ***Polari-Dryadetum*** исправлено на ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** в соответствии со ст. 14 Кодекса.

Асс. ***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Fries 1913) Hadač (1946) 1989 ([Nordhagen, 1955, p. 77–81, tab. III; Rønning, 1965, p. 28–31, table 4]; см. табл. 1).

Синонимы. ***Cassiopetum tetragonae dryadetosum*** Nordh. 1955, ***Tetragono-Dryadetum*** Rønning 1965.

Состав и структура. Диагностический вид и доминант сообществ – *Cassiope tetragona*, в травяно-кустарничковом ярусе константными являются *Dryas octopetala, Polygonum viviparum*, в мохово-лишайниковом – доминируют *Aulacomnium turgidum, Hylocomium splendens* и *Ptilidium ciliare*, постоянно присутствуют листоватые лишайники рода *Peltigera*. Стелющийся кустарничек *Cassiope tetragona* формирует своеобразный «каркас», ячейки которого заполняют мохообразные, травы и лишайники. На Шпицбергене сообщества этой ассоциации иногда образуют комплекс с сообществами асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae***, причем ивково-дриадовые куртины приурочены к повышениям микрорельефа, а фрагменты сообществ с доминированием *Cassiope tetragona* расположены на склонах и в понижениях.

В сообществах ассоциации как в Фенноскандии, так и на Шпицбергене преобладают гигро- и мезофиты (*Salix reticulata, S. polaris, Oxyria digyna, Hylocomium splendens, Tomentypnum nitens*), это связано с экологическими особенностями их местообитаний. В сообществах скандинавского викарианта, кроме того, отмечены виды мезофильного разнотравья (*Saussurea alpina, Thalictrum alpinum*). Число видов в шпицбергенских сообществах от 10 до 24, в среднем 21, всего в ассоциации 72 вида. В сообществах скандинавского викарианта – от 28 до 42 видов, в среднем 34, всего 72 вида.

Экология и распространение. Сообщества распространены на умеренно влажных склонах преимущественно северной экспозиции в тундровом поясе гор Фенноскандии, а также довольно обычны в «зоне внутренних фиордов» Шпицбергена [Möller et al., 1998], в которой занимают довольно влажные защищенные от ветра местообитания у подножия склонов и на приморских террасах, где снег не тает до конца июня.

По мнению Р. Нордхагена [Nordhagen, 1955], *Cassiope tetragona* приурочена к кальцийсодержащим субстратам лишь на границе ареала, а в центральной его части может встречаться на самых разных местообитаниях, вплоть до кислых субстратов, но всегда защищенных от ветра и укрытых снегом.

Асс. ***Sphagno-Tofieldietum pusillae*** Koroleva 2002, вариант ***Cassiope tetragona*** var. nov. (табл. 4, номенклатурный тип оп. 55/87; см. табл. 1).

Состав и структура. Диагностические виды *Cassiope tetragona, Salix reticulata, Aulacomnium palustre, Nephroma arcticum*. В сомкнутом моховом покрове этих сообществ доминируют *Aulacomnium palustre* и *Hylocomium splendens*, в моховую дернину «вплетены» побеги кустарничков *Cassiope tetragona, Salix reticulata,*

Таблица 4. Асс. ***Sphagno-Tofieldietum pusillae*** Koroleva 2002, вариант ***Cassiope tetragona*** var. nov.

Проективное покрытие, %:									
общее	100	100	100	100	80	100	60	100	
сосудистые	45	35	75	55	25	45	25	75	
мхи	35	80	95	80	30	45	20	95	
лишайники	–	10	5	3	45	5	15	5	
Абсолютная высота, м н. у. м.	900	915	700	470	400	800	500	500	
Экспозиция	W	NW	NW	N	N	W	–	W	
Крутизна, град.	40	35	35	45	15	10	–	35	
Число видов	13	18	31	22	20	16	24	24	
Номер описания: авторский	28/89	29/89	55/87	130/87	175/87	196/87	234/87	29/92	
табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	
Диагностические виды варианта ***Cassiope tetragona***									
Cassiope tetragona	1	2	1	2	1	1	3	4	V/1–4
Salix reticulata	2	–	1	2	–	1	1	1	IV/1–2
Aulacomnium palustre	1	3	4	+	–	–	–	1	III/+–4
Nephroma arcticum	1	–	1	1	+	–	–	+	III/+–1
Диагностические виды асс. ***Sphagno-Tofieldietum pusillae*** и союза ***Sphagno-Tomenthypnion***									
Bartsia alpina	–	+	+	1	+	–	1	+	IV/+–1
Tofieldia pusilla	–	–	+	+	+	–	1	+	III/+ –1
Saussurea alpina	1	+	+	–	–	–	–	–	II/+–1
Selaginella selaginoides	–	–	+	+	–	+	–	+	II/+
Диагностические виды союза ***Phyllodoco-Vaccinion***									
Hylocomium splendens	3	2	4	4	–	3	1	2	IV/1–4
Pleurozium schreberi	–	3	3	3	–	+	–	2	III/+–3
Phyllodoce caerulea	–	1	1	–	+	+	–	–	III/+–1
Диагностические виды союза ***Loiseleurio-Diapension***									
Silene acaulis	–	–	+	–	–	1	1	–	II/+–1
Loiseleuria procumbens	–	–	–	–	1	+	1	–	II/+–1
Прочие виды									
Cetraria islandica	1	1	1	1	2	–	2	1	IV/1–2
Empetrum hermaphroditum	–	1	1	–	1	–	2	–	III/1–2
Vaccinium uliginosum	–	1	1	–	–	–	1	1	III/1–2
Dryas octopetala	–	–	2	1	+	2	1	–	III/+–2
Bistorta vivipara	–	+	1	+	–	+	–	+	III/+–1
Carex bigelowii	–	1	+	–	–	2	–	+	III/+–2
Dicranum majus	1	–	1	–	2	–	–	+	III/+–2
Sanionia uncinata	3	–	1	–	–	1	–	1	III/1–3
Peltigera aphthosa	–	–	+	–	+	–	+	1	III/+–1
Cladonia arbuscula	–	2	+	–	2	–	+	1	III/+–2
Sphagnum compactum	–	–	1	1	1	–	–	–	II/1
Stereocaulon paschale	–	1	1	–	–	–	1	–	II/1
Flavocetraria nivalis	–	+	1	–	1	–	–	–	II/+–1
Salix polaris	–	–	–	–	–	1	+	–	II/+–1
Cladonia uncialis	–	–	+	–	–	–	+	1	II/+–1
Vaccinium vitis-idaea	+	–	–	–	+	–	–	+	II/+
Lophozia longiflora	–	–	+	+	–	–	–	1	II/+–1
Barbilophozia lycopodioides	–	–	+	+	–	–	–	1	II/+–1

константность

Примечание. Встречены в 1–2 описании с покрытием «+ », если иным, то это указано в скобках: *Andromeda polifolia* 130/87; *Alectoria ochroleuca* (1) 55/87; *Arctous alpina* (1) 55/87, 175/87; *Betula nana* 130/87; *Blepharostoma trichophyllum* 29/92; *Cephalozia bicuspidata* 130/87, 29/92; *Cladonia amaurocraea* 234/87; *C. gracilis* 234/87; *Dicranum congestum* 28/89, (1) 196/87; *Festuca ovina* (1) 29/89; *Geranium sylvaticum* 130/87; *Harrimanella hypnoides* 234/87; *Hieracium alpinum* 130/87; *Juncus trifidus* 208/87; *Kiaeria blyttii* 234/87; *K. starkei* (I) 196/87; *Linnaea borealis* 28/89; *Lophozia* sp. 175/87; *L. ventricosa* var. *longiflora* 29/92; *Luzula spicata* (1) 28/89; *Sphagnum girgensohnii* (1) 175/87; *Oxytropis sordida* 196/87, 234/87; *Paraleucobryum enerve* 196/87; *Pedicularis lapponica* 130/87; *Pinguicula alpina* 175/87; *Pleurocladula albescens* 130/87; *Ptilidium ciliare* 234/87; *Racomitrium canescens* (2) 234/87; *R. microcarpon* (1)175/87, 234/87; *Salix glauca* (1) 55/87; *Thamnolia vermicularis* 29/89; *Tritomaria quinquedentata* 130/87.

Местоположение описаний. Мурманская область, Хибинские горы: **28/89** и **29/89** – г. Сев. Лявочорр, сырая скальная стенка, 12.07.1989; **55/87** – г. Расвумчорр, у пер. Юкспорлак, сырая стенка, 10.07.1987; **130/87** – г. Вудъяврчорр, правый борт цирка Ганешина, на сыром склоне, 21.07.1987; **175/87** – северный отрог г. Поачвумчорр, на крутом влажном склоне, 31.07.1987; **196/87** – западные отроги г. Кукисвумчорр, сообщество под сырой скальной стенкой, 01.08.1987; **234/87** – вершина г. Партомпорр, 09.08.1987; **29/92** – крутой склон г. Айкуайвенчорр над оз. Большой Вудъявр, 03.09.1992 (автор описаний Н. Королева).

Empetrum hermaphroditum, Dryas octopetala, а также мезофитных трав *Bartsia alpina, Saussurea alpina, Tofieldia pusilla*. Особенностью сообществ является богатый видовой состав, присутствие подушек сфагновых мхов (*Sphagnum compactum, S. girgensohnii*) и гигро-, мезофитных видов печеночных мхов (*Barbilophozia lycopodioides, Blepharostoma trichophyllum,*

Lophozia ventricosa var*. longiflora*), что сближает эти сообщества со склоновыми болотами и влажными горными лугами. В сообществах варианта от 13 до 24 видов, в среднем 21, всего в варианте 60 видов.

Экология и распространение. Сообщества изредка встречаются в Хибинах, на сырых, с подтоком воды, склонах преимущественно северной и западной экспозиции.

Синтаксономия. Данная ассоциация отнесена нами к союзу ***Sphagno-Tomenthypnion*** Dahl 1956, который объединяет богатые многовидовые склоновые болота гор северной Европы [Dahl, 1956, 1987]. Последующее включение этого союза в среднеевропейский союз ***Caricion davallianae*** Klika 1934 [Vevle, 1988; Dierssen, 1992, 1996] представляется нам преждевременным, поскольку синтаксономическое содержание союза ***Sphagno-Tomenthypnion*** на северном пределе его ареала требует дальнейшего выяснения.

В целом в горных и зональных тундрах Мурманской области из всего синтаксономического спектра дриадовых сообществ нечасто встречаются сообщества асс. ***Dryadetum octopetalae*** и асс. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae***. В тундровом поясе Скандинавских гор сообщества с доминированием *Dryas octopetala* также являются довольно редкими (особенно асс. ***Kobresietum myosuroidis*** и ***Caricetum nardinae***), хотя там они более широко и разнообразно представлены, чем в горных массивах и зональных тундрах Мурманской области.

Дриадовые тундровые сообщества в субарктических тундрах, в горно-тундровом поясе в Фенноскандии и в арктических тундрах на Шпицбергене довольно гетерогенны по внешнему виду, флористическому составу, по структуре растительного покрова и занимаемым местообитаниям. Среди них есть как сообщества с доминированием ксерофитных граминоидов и хионофобных лишайников (асс. ***Caricetum nardinae*** и ***Dryado-Caricetum rupestris***), так и сообщества с большой долей мезо- и гигрофитных видов разнотравья и покровом гигрофильных мхов (асс. ***Dryado-Cassiopetum tetragonae***).

Отличие скандинавских и шпицбергенских сообществ по видовому составу константных видов отражает принадлежность территорий к разным подзонам тундровой зоны. В группе константных видов скандинавских ассоциаций так называемые виды-«супердоминанты» [Матвеева, 1998] субарктических тундр (*Empetrum hermaphroditum, Vaccinium uliginosum*), виды с широкой экологической амплитудой (*Carex bigelowii*), диагностические виды ассоциаций, мезофиты *Bartsia alpina, Saussurea alpina, Tofieldia pusilla*. Среди константных видов шпицбергенских дриадовых сообществ – *Carex misandra* и *Hypnum bambergeri* (виды преимущественно кальцийсодержащих субстратов), *Oncophorus wahlenbergii* (вид с широкой экологической амплитудой), *Luzula confusa* (вид-доминант очень многих арктических тундровых сообществ).

Несмотря на существующие различия, можно согласиться с объединением субарктических и арктических дриадово-осоковых и дриадово-кобрезиевых тундровых луговин, разнотравно-дриадовых и дриадово-кассиопейных сообществ в один союз ***Caricion nardinae*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992, на основании доминирования общей группы диагностических видов. Тем не менее нецелесообразно отнесение всех сообществ с участием *Dryas octopetala* или *Cassiope tetragona* в европейском секторе Арктики и Субарктики к этому союзу. Так, описанные в горах Мурманской области влажные кустарничково-моховые тундровые сообщества с доминированием *Cassiope tetragona* (асс. ***Sphagno-Tofieldietum pusillae*** вариант ***Cassiope tetragona***) относятся к союзу ***Sphagno-Tomenthypnion.***

Наиболее распространенная в Скандинавии асс. ***Dryadetum octopetalae*** объединяет сомкнутые разнотравно-кустарничковые многовидовые сообщества с большой долей мезофитов. Имеющиеся отличия в видовом составе и структуре сообществ скандинавской асс. ***Dryadetum octopetalae*** от шпицбергенских асс. ***Dryado-Caricetum rupestris*** (дриадово-ивково-скально-осоковые сообщества) и асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** (ивково-дриадовые сообщества) являются основным аргументом против предлагаемого К. Дирсеном их объединения в одну ассоциацию большого объема. Кроме того, остается открытым вопрос об отнесении к союзу ***Caricion nardinae*** асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae***, поскольку в ней слабо представлена комбинация диагностических видов союза, и в целом сообщества более близки к ивково-ожиковым сообществам асс. ***Luzulo confusae-Salicetum polaris*** Hadač (1946) 1989, преобладающим в зональных арктических тундрах Шпицбергена и относящихся к классу ***Salicetea herbaceae*** Br.-Bl. 1947, союзу ***Saxifrago-Ranunculion nivalis*** (Nordh. 1943) Dierssen 1984.

Даже принимая во внимание значительные флористические различия, можно согласиться с синтаксономическим решением К. Дирсена,

объединяющим скандинавские и шпицбергенские осоковые луговины в одну асс. ***Caricetum nardinae*** на основании наличия общих доминирующих видов *Carex hepburnii, C. rupestris, Flavocetraria nivalis, Saxifraga oppositifolia* и сходства в структуре этих довольно бедных видами сообществ и на Шпицбергене, и в Скандинавских горах.

Также, по-видимому, можно принять объединение Дирсеном в одну асс. ***Cassiopetum tetragonae*** дриадово-кассиопейных сообществ в Скандинавских горах и на Шпицбергене, даже при существующих различиях в видовом составе. И в горно-тундровом поясе Скандинавских гор, и на Шпицбергене в сообществах ассоциации хорошо развит моховой покров, в котором преобладают *Hylocomium splendens* и *Tomenthypnum nitens*, а в травяно-кустарничковом покрове доминируют *Carex rupestris, Cassiope tetragona, Dryas octopetala* и *Saxifraga oppositifolia*.

Кроме того, в горах Мурманской области выявлены мохово-кассиопейные сообщества в союзе ***Sphagno-Tomenthypnion***, также можно предполагать находки в Фенноскандии сообществ с доминированием *Cassiope tetragona*, которые следует описывать в рамках союза ***Phyllodoco-Vaccinion*** Nordh.1936.

Заключение

Таким образом, в субарктических зональных тундрах Мурманской области дриадовые сообщества являются редкими и занимают интразональные позиции. В тундровом поясе гор Фенноскандии сообщества с доминированием *Dryas octopetala* также не занимают большой площади, хотя в Скандинавских горах они более разнообразны, чем в горных массивах Мурманской области, где нами описана одна новая ассоциация и три новых варианта.

Сообщества с доминированием *Dryas octopetala* в субарктических зональных и горных тундрах Фенноскандии и в арктических тундрах Шпицбергена различны по внешнему виду, флористическому составу, по структуре растительного покрова и занимаемым местообитаниям. В наибольшей степени дриадовые сообщества Фенноскандии и Шпицбергена отличаются по составу константных видов, что отражает их принадлежность к разным подзонам тундровой зоны.

Тем не менее, несмотря на имеющиеся различия в составе константных видов, субарктические и арктические дриадово-кобрезиевые тундровые луговины, разнотравно-дриадовые и дриадово-кассиопейные сообщества на основании общей группы диагностических видов принадлежат к одному союзу ***Caricion nardinae*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992.

Имеющиеся отличия в видовом составе и структуре сообществ скандинавской асс. ***Dryadetum octopetalae*** от шпицбергенских асс. ***Dryado-Caricetum rupestris*** и асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** свидетельствуют против их объединения в одну ассоциацию большого объема и в целом против отнесения шпицбергенской асс. ***Salici polaris–Dryadetum octopetalae*** к союзу ***Caricion nardinae***.

Продромус растительных сообществ с доминированием *Dryas octopetala* L. в Фенноскандии и на Шпицбергене выглядит следующим образом:

Класс ***Carici rupestris–Kobresietea*** Ohba 1974
- Порядок ***Kobresio–Dryadetalia*** (Br.-Bl. 1948) Ohba 1974
  - Союз ***Caricion nardinae*** (Nordh. 1935) Dierssen 1992
    - Acc. ***Caricetum nardinae*** Nordh. 1935
    - Acc. ***Campanulo unifloro-Elynetum*** (Nordh. 1928) Dierssen 1992
    - Acc. ***Dryado-Caricetum rupestris*** (Rønning 1965) Hadač 1989
    - Acc. ***Dryadetum octopetalae*** (Nordh. 1928) 1955
    - Acc. ***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** (Fries 1913) Hadač (1946) 1989
    - Acc. ***Racomitrio-Dryadetum octopetalae*** ass. nov.
      - Bap. ***Vaccinium myrtillus*** var. nov.
      - Bap. ***Flavocetraria nivalis*** var. nov.

Класс – ?
- Порядок – ?
  - Союз – ?
    - Acc. ***Salici polaris-Dryadetum octopetalae*** (Rønning 1965) nom. mut. propos.

Класс ***Scheuchzerio-Caricetea nigrae*** (Nordh. 1936) Tx. 1937
- Порядок ***Tofieldietalia*** Preising ap. Oberd. (1949) 1950
  - Союз ***Sphagno-Tomenthypnion*** (Dahl 1956) Rybniček 1964
    - Acc. ***Sphagno-Tofieldietum pusillae*** Koroleva 2002
      - Bap. ***Cassiope tetragona*** var. nov.

Литература

Александрова В. Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 274 с.

Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л.: Наука, 1977. 187 с.

Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1, № 1–2. 187 с.

Королева Н. Е., Константинова Н. А., Савченко А. Н. и др. Флора и растительность побережья залива Грен-фьорд (архипелаг Шпицберген). Апатиты: K&M, 2008. С. 11–39.

Красная книга Мурманской области. Мурманск: книжн. изд-во, 2003. 400 с.

Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб.: Наука, 1998. 220 с.

Синельникова Н. В. Эколого-флористическая классификация растительных сообществ верховий Колымы: автореф. дис. …канд. биол. наук. Уфа, 2008. 21 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.

Ahti T., Hämet-Ahti L., Jalas I. Vegetation zones and theirsections in northernmost Europe // Ann. Bot. Fennica. 1968. V. 5. P. 169–211.

Becking R. The Zürich-Montpellier school of phytosociology // Bot. Rev. 1957. Vol. 23, N 7. P. 411–488.

Dahl E. Rondane: mountain vegetation in south Norway and its relation to the environment // Skr. utg. av Det Norske Vid. Akad. i Oslo. Mat.-Naturv. Klasse 3. 1956. 314 p.

Dahl E. Alpine-subalpine plant communities of South Scandinavia // Phytocoenologia. 1987. V. 15, N 4. P. 455–484.

Daniëls F. J. A. Vegetation of the Angmassalik District, Southeast Greenland, IV. Shrub, dwarf shrub and terricolous lichens // Meddr Grőnl. Biosci. 1982. N 10. 78 p.

Dierssen K. Zur Synsystematik nordeuropäischen Vegetationstypen. 1. Alpine Vegetation und floristisch verwandte Vegetationseinheiten tieferen Lagen sowie der Arktis // Ber. Reinh. Tüxen-Ges. 1992. Bd. 4. S. 191–226.

Dierssen K. Vegetation Nordeuropas. Ulmer, 1996. 796 p.

Fries T. C. E. Botanische Untersuchungen im nőrdlichsten Sweden // Vetensk. och Praktiska Unders. i Lapland. 1913. 361 p.

Hadač E. The plant-communities of Sassen Quarter, Vestspitzbergen // Studia Bot. Cechia. 1946. N 7. S. 127–164.

Hadač E. Notes on Plant Communities of Spitsbergen // Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 1989. N 24(2). S. 131–169.

Kalliola R. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch Lapplands // Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. 'Vanamo'. 1939. N 14. S. 1–321.

Konstantinova N. A., Bakalin V. A. with contribution on regional floras from Andrejeva E. N., Bezgodov A. G., Borovichev E. A., Dulin M. V., Mamontov Yu. S. Checklist of liverworts (Marchaniophyta) of Russia // Arctoa. 2009. V. 18. P. 1–64.

Kucherov I., Daniëls F. J. A. Vegetation of the classes Carici-Kobresietea and Cleistogenetea squarrosae in Central Chukotka // Phytocoenologia. 2005. V. 35 (4). S. 1019–1066.

Möller I. Pflanzensociologische und vegetationsokologische Studien in Nordwestspitsbergen // Mitt. der Geogr. Ges. in Hamburg. 2000. Bd. 90. 202 s.

Möller I., Thannheiser D., Wüthrich C. Eine pflanzensociologische und vegetationsökologische Fallstudie in Westspitsberger // Geoökodynamik. 2000. Bd. 19 (1/2). S. 1–18.

Nordhagen R. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation // Scr. Norsk.Vidensk. Selsk. I. Mat.-Naturvid. 1927 (1). 1928. 611 s.

Nordhagen R. Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens // Bergens Mus. Årb., Naturvid. 1936. 88 s.

Nordhagen R. Kobresio-Dryadion in Northern Scandinavia // Svensk. Bot. Tidscr. 1955. T. 49 (1/2). S. 63–87.

Ohba T. Vergleichende Studien über die alpine Vegetation Japans. 1. Carici rupestris-Kobresietea bellardii // Phytocoenologia. 1974. V. 1, N 3. S. 331–401.

Rønning O. I. Studies in Dryadion of Svalbard // Norsk Polarinst. Scrift. 1965. N 134. 52 p.

Santesson R., Moberg R., Nordin A. et al. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. Uppsala, 2004. 359 p.

Sieg B., Drees B., Daniëls F. Vegetation and Altitudinal Zonation in Continental West Greenland // Meddr Grőnl. Biosci. 2006. N 57. 93 p.

Vevle O. Norwegian Vegetation Types. A Preliminary Survey of Higher Syntaxa. Tuexenia. 1988. N 3. P. 169–178.

Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd ed. // J. Veg. Sci. 2000. V. 11. P. 739–768.

Westhoff V., Maarel E., van der. The Braun-Blanquet approach // Handbook of Vegetation Science, V. Ordination and classification of communities. The Hague, 1973. P. 617–626.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Королева Наталья Евгеньевна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Полярно-альпийский ботанический сад-институт
им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН
Кировск 6, Мурманская область, Россия, 184256
эл. почта: flora01@rambler.ru
тел.: (81531) 52742

Korolyova, Natalia
Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Science Center of RAS
184256, Kirovsk 6, Murmansk Region, Russia
e-mail: flora01@rambler.ru
tel.: (81531) 52742

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 37–47

*УДК 630*165.3:582.475*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФЕНОТИПИЧЕСКОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ МАЛОНАРУШЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ ФИНСКОЙ (*PICEA* X *FENNICA*)

А. А. ИЛЬИНОВ,[1] Б. В. РАЕВСКИЙ,[1] О. А. РУДКОВСКАЯ,[1] Л. В. ТОПЧИЕВА[2]

[1] *Институт леса Карельского научного центра РАН*
[2] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*

В результате сравнительного анализа внутривидового разнообразия малонарушенных популяций ели финской северотаежной подзоны обнаружено, что большим уровнем фенотипического разнообразия по интегральному показателю отличаются прибеломорские популяции ($C_{Vоб}$ = 5,9 %) в сравнении с популяциями НП «Паанаярви» ($C_{Vоб}$ = 4,7 %). Оценка формового разнообразия исследованных популяций по типу семенных чешуй показала, что их можно отнести к ели гибридной или финской, близкой к ели сибирской. Влияние ели европейской минимально и возрастает от паанаярвских ельников к прибеломорским. Генетический анализ, проведенный с помощью ПЦР-метода, показал, что использованные микросателлитные локусы полиморфны, для каждого из них обнаружено по 6 аллелей. Уровень генетического разнообразия прибеломорских популяций оказался ниже по сравнению с паанаярвскими, что противоречит результатам анализа фенотипической изменчивости. В целом уровень генетического разнообразия северокарельских популяций ели финской, оцененный с помощью микросателлитных маркеров, оказался невысоким и сравнимым с таковым, выявленным ранее по изоферментным локусам для карельских популяций ели финской.

Ключевые слова: малонарушенные популяции, фенотипическое разнообразие, генетическая структура, генетическое разнообразие, ПЦР, микросателлиты.

A. A. Ilyinov, B. V. Raevskiy, O. V. Rudkovskaya, L. V. Topchieva. COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PHENO- AND GENOTYPE DIVERSITY OF OLD-GROWTH NORTHERN TAIGA (*PICEA X FENNICA*) POPULATIONS

It was found that the level of phenotype variability for the White Sea coastal populations was higher (C_v = 5,9 %) than for Paanajarvi ones. This integrated coefficient of phenotype variability was calculated using all characters involved in the investigation. Paanajarvi populations were closely similar to each other in this respect, with this characteristic (C_v = 4,7 %) being at a minimum value compared to other spruce populations in Karelia. These north Karelian spruce populations should be classified as the introgressive hybrid *P* x *fennica* (Regel. Kom.) shifted closely to *Picea obovata* Ledeb. The influence of *Picea abies* (L.) Karst was minor, slightly growing from Paanajarvi towards White Sea coast (Pongoma populations). Genetic analysis carried out with polymerase chain reaction showed that microsatellite loci applied were polymorphic, each having 6 alleles per locus. In contrast with phenotype variability, the

level of genetic diversity for Pongoma populations was lower compared with Paanajarvi ones. On the whole, the level of genetic variability for spruce populations in the northern taiga subzone of Karelia revealed using microsatellite markers was low, and comparable with that found for Karelian *P.* x *fennica* populations using isozyme loci.

Key words: intact populations, phenotype variability, genetic structure, PCR, microsatellites.

Введение

Территория Республики Карелия входит в состав обширной зоны интрогрессивной гибридизации *Picea. abies* L. Karst и *P. obovata* Ledeb. [Бобров, 1978]. Здесь преобладает в основном ель гибридная или финская *P.* x *fennica* (Regel) Kom. с примесью на севере и северо-востоке Карелии деревьев с признаками ели сибирской, а на юге и юго-западе – ели европейской [Бакшаева, 1966; Щербакова, 1975]. Это обстоятельство, а также важная средообразующая роль и высокое хозяйственное значение ели способствуют поддержанию устойчивого интереса исследователей к этому виду в регионе.

Ель отличается сравнительно высокой требовательностью к почвенно-гидрологическим условиям. Еловые леса в Карелии вследствие этого распространены крайне неравномерно – они сосредоточены в основном в южных и юго-восточных районах [Виликайнен, 1953]. На севере Карелии ельники произрастают, главным образом, в отрогах хребта Маанселькя и в Прибеломорье. Здесь сохранились малонарушенные еловые массивы, минимально затронутые хозяйственной деятельностью человека. Изучение подобных объектов имеет фундаментальное значение, поскольку позволяет получить информацию о генетических процессах в нативных популяциях древесных растений.

Цель исследования – провести сравнительную оценку фенотипического и генетического разнообразия, а также описать генетическую структуру нативных популяций ели финской, произрастающих на севере Карелии.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили малонарушенные еловые массивы северной подзоны тайги Республики Карелия (рис. 1). Для изучения фенотипической и генетической структуры были заложены по две пробы на территории национального парка «Паанаярви» (Паанаярви 1 и 2) и в прибеломорских ельниках, вблизи с. Поньгома (Поньгома 1 и 2). Кроме этого, дополнительно был взят материал для генетического анализа ели на границе леса и тундры на горе Кивакка (Кивакка 1 и 2, НП «Паанаярви») и на о. Пежостров в Белом море (Пежостров).

Пробные площади закладывались в соответствии с ОСТ 56-69-83 [1993]. На каждой ПП производилась нумерация деревьев с отметкой диаметра на высоте груди. Перечет насаждения осуществлялся по породам, ступеням толщины, а ели – по возрастным поколениям и типу ветвления. Диаметры замерялись мерной вилкой с точностью до 1 мм. На каждой пробной площади отбирали по 30 модельных деревьев ели, у которых с помощью высотомера ВН-1 с технически доступной для него точностью замерялась высота ствола, а также возрастным буравом брался керн у шейки корня для точного определения возраста.

На каждой ПП проводили описание напочвенного покрова: выявляли видовой состав травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, оценивали проективное покрытие видов в процентах (табл. 1). На участке Поньгома 1 из числа видов, имеющих высокое проективное покрытие (больше 5 %), черника доминирует с небольшим отрывом в отличие от трех других исследованных проб. Сложившаяся на данной ПП структура травяно-кустарничкового яруса обусловлена контрастностью свойств почв, характером их увлажнения, что в свою очередь определяется варьированием условий микрорельефа в пределах пробной площади. Более низкие значения общего проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса в Паанаярви 2 и Поньгоме 2 (тип леса ельник черничный влажный) обусловлены повышенным увлажнением, о чем свидетельствует высокая доля участия видов рода *Sphagnum* в сложении мохово-лишайникового яруса обеих проб. Все выявленные виды напочвенного покрова типичны для ельников черничной группы, расположенных в северотаежной подзоне Карелии.

Для изучения особенностей фенотипического разнообразия исследовали изменчивость количественных признаков, характеризующих размеры и форму шишек и семенных чешуй, и чаще всего используемых в качестве диагностических

параметров для оценки внутривидового фенотипического разнообразия хвойных видов [Путенихин, 1993]. Оценку уровня фенотипического разнообразия проводили с помощью интегрального показателя – обобщенного коэффициента вариации $C_{Vоб}$, предложенного Л. А. Животовским [1980] и учитывающего весь комплекс исследуемых признаков. В качестве дополнительного критерия фенотипического разнообразия использовали анализ формовой структуры популяций по типу ветвления и типу семенной чешуи [Правдин, 1975], для чего на пробных площадях в проекции кроны отбирали шишки для анализа, в том числе и с модельных деревьев.

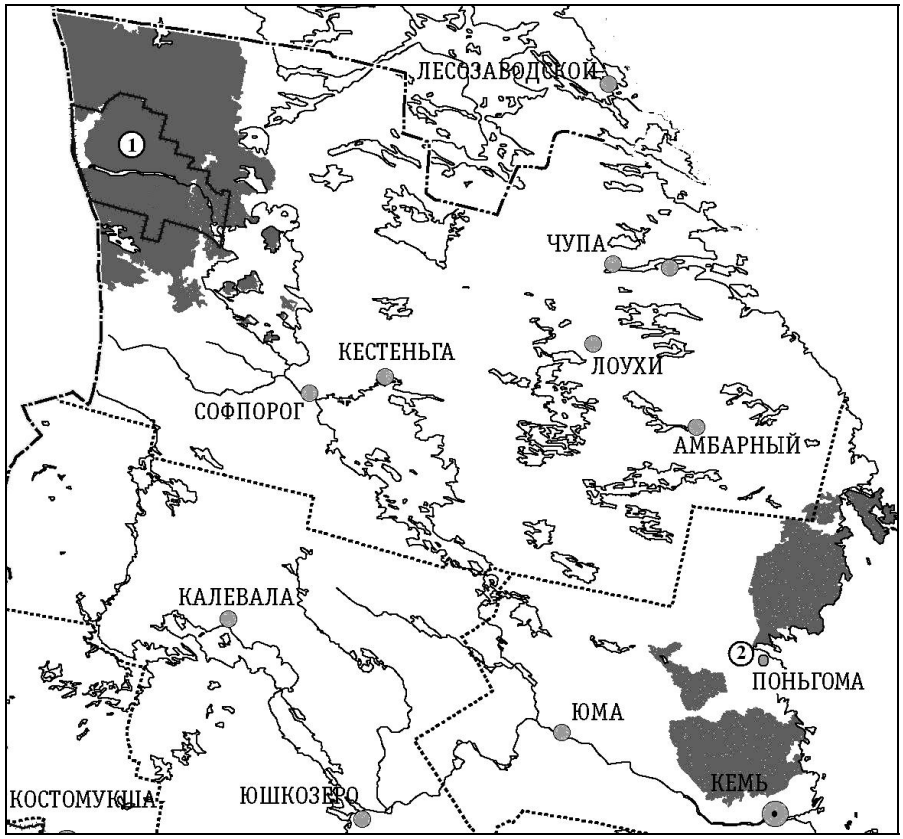


Рис. 1. Малонарушенные лесные массивы северной подзоны тайги Республики Карелия: 1 – национальный парк «Паанаярви»; 2 – прибеломорские ельники

Таблица 1. Проективное покрытие доминирующих видов напочвенного покрова исследованных ельников

Виды	Паанаярви 1	Паанаярви 2	Поньгома 1	Поньгома 2
	ПП, %	ПП, %	ПП, %	ПП, %
Травяно-кустарничковый ярус				
Vaccinium myrtillus L.	70	40	30	40
Vaccinium vitis-idaea L.		5	20	10
Ledum palustre L.			5	
Empetrum nigrum L.			15	
Vaccinium uliginosum L.			5	
Rubus chamaemorus L.				10
Avenella flexuosa (L.) Drej.	7			
Общее ПП травяно-кустарничкового яруса	**75**	**45**	**70**	**55**
Мохово-лишайниковый ярус				
Hylocomium splendens (Hedw.)	75	15	60	60
Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.	20	30	20	
Sphagnum ssp.		55		15
Общее ПП мохово-лишайникового яруса	**95**	**95**	**80**	**80**

Примечание. ПП – проективное покрытие.

Применение традиционных генетических маркеров, таких как изоферменты, при изучении внутривидового генетического разнообразия ограничено в связи с низким уровнем межпопуляционного генетического разнообразия хвойных древесных видов. Проблему позволяет

решить микросателлитный анализ, основанный на применении в качестве маркеров коротких повторяющихся последовательностей ДНК – микросателлитов (SSR, single sequence repeats). Среди преимуществ этого метода – относительная простота в использовании и высокая информативность, позволяющая идентифицировать отдельные генотипы.

Изучение генетической структуры малонарушенных популяций ели проводили с использованием образцов хвои текущего года, собранных с модельных деревьев. Анализ генетической структуры и оценку уровня генетического разнообразия исследованных популяций проводили с использованием 2 микросателлитных праймеров, характеризующихся высоким уровнем полиморфизма [Hodgetts et al., 2001; Scotti et al., 2002]. Фрагментный анализ ПЦР-продуктов проводили с помощью капиллярного электрофореза на приборе CEQ 8000 фирмы Beckman Coulter (США).

Основные показатели генетической изменчивости (число аллелей на локус *A*, эффективное число аллелей n_e, полиморфность *P*, наблюдаемая *Ho* и ожидаемая *He* гетерозиготность), а также анализ подразделенности AMOVA (analysis of molecular variance) и дифференциации (D_N) определяли с помощью программы GenAlEx 6.2 [Peakall, Smouse, 2006].

Результаты и обсуждение

Таксационные показатели коренных ельников. Паанаярвские и прибеломорские ельники произрастают в очень суровых климатических условиях [Громцев, 2003]. В то же время типы ландшафтов, элементами которых они являются, резко контрастируют по комплексу геоморфологических и почвенно-гидрологических показателей, что находит свое отражение в структуре лесного покрова. На территории НП «Паанаярви» пробные площади закладывались в пределах елового массива в низкогорном северотаежном ландшафте. На побережье Белого моря исследования проводились в массиве ельников в равнинном сильнозаболоченном приморском ландшафте. Таксационные характеристики пробных площадей приведены в табл. 2.

Таблица 2. Таксационная характеристика пробных площадей

Показатели	Паанаярви 1	Паанаярви 2	Поньгома 1	Поньгома 2
Широта, град. с. ш.	66,36	66,30	65,34	65,35
Долгота, град. в. д.	30,44	30,46	34,48	34,37
Высота над у. м., м	208	213	3	12
Общий состав	9,2Е 0,8Б 0,2Ос	9,3Е 0,7Б	7,6Е 0,4С 2Б	6,6Е3,4Б
Возрастная структура еловой части	$0,7E_{140}4,6E_{180}3,9E_{220}$	$1,0E_{140}3,9E_{180}$ $4,4E_{220}$	$0,2E_{60}3,9E_{100}$ $3,0E_{140}0,4E_{180}$	$0,2E_{60}3,9E_{100}$ $3,0E_{140}0,4E_{180}$
Тип возрастной структуры	относительно разновозр.	относительно разновозр.	абсолютно разновозр.	абсолютно разновозр.
Тип леса	черничный	черничный влажный	воронично-черничный	черничный влажный
Средний возраст, лет	194	194	120	125
Средний диаметр, см	25,9	22,6	17,7	16,8
Средняя высота, м	18,7	16,9	11,4	12,8
Запас, $м^3$/га	179,1	157,8	68,4	134,9
Число стволов, шт./га	590	585	940	1505
Относительная полнота	0,68	0,46	0,56	0,88
Число стволов ели, шт./га	560	555	455	740
Относительная полнота елового яруса	0,63	0,41	0,38	0,52
Бонитет	IV	V	Va	Va

Анализ возрастной структуры (относительная и абсолютная разновозрастность, большой возраст деревьев ели) и других таксационных параметров рассматриваемых древостоев показывает, что они не испытали заметного антропогенного влияния, относятся к одному или очень близким типам леса и являются достаточно типичными в структуре лесного покрова соответствующих типов ландшафта. Таким образом, отобранные насаждения в наилучшей степени могут служить объектами для сравнительного изучения особенностей фенотипической и генотипической структуры коренных малонарушенных ельников.

Фенотипическое разнообразие. Исследование фенотипического разнообразия проведено с привлечением комплекса количественных параметров, характеризующих размеры и форму шишек и семенных чешуй. Результаты анализа внутривидовой изменчивости на индивидуальном уровне (табл. 3) показали, что большинство количественных признаков ели характеризуются низкой и средней степенью варьирования по шкале С. А. Мамаева [1973]. Паанаярвские ельники отличаются минимальными средними значениями параметров шишек и семенных чешуй по сравнению с прибеломорскими и водлозерскими, а также с другими ранее иссле-

дованными ельниками Карелии [Ильинов, 1998]. Паанаярви 1 по этим признакам уступает даже популяциям Мурманской области, расположенным значительно севернее [Ильинов и др., 2006]. Здесь, скорее всего, проявляется влияние суровых климатических условий. Паанаярви 2 по большинству признаков шишек и чешуй достоверно превосходит Паанаярви 1, что, по нашему мнению, связано с более благоприятными условиями освещенности крон вследствие низкой полноты древостоя и неравномерного распределения деревьев на пробе. В Прибеломорье также выявлены различия между ценопопуляциями в размерах шишек и семенных чешуй. В то же время по относительным показателям (коэффициент формы шишки, относительная длина семенной чешуи и коэффициент Бакшаевой) достоверных различий между ельниками в пределах каждого региона не обнаружено, что может свидетельствовать о генетической близости ценопопуляций.

Таблица 3. Индивидуальная изменчивость количественных характеристик шишек и семенных чешуй в исследованных ценопопуляциях ели финской

Признаки	Паанаярви 1		Паанаярви 2		Поньгома 1		Поньгома 2		Водлозеро	
	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
Диаметр шишки (D), мм	17,41±0,30	12,97	18,30±0,23	11,43	18,45±0,26	11,98	18,73±0,20	11,05	21,13±0,20	13,53
Длина шишки (L), мм	58,98±1,26	16,29	62,96±1,14	16,30	64,46±1,19	15,62	68,70±0,99	14,73	85,57±1,15	9,76
Коэфф. формы шишки (D/L)	0,30±0,01	12,03	0,30±0,01	14,89	0,30±0,01	13,58	0,28±0,01	12,09	0,25±0,01	11,83
Длина семенной чешуи, мм	16,48±0,27	12,45	17,30±0,19	9,96	17,82±0,25	12,13	18,08±0,19	10,72	20,78±0,22	10,60
Ширина семенной чешуи, мм	12,38±0,16	9,85	13,11±0,17	11,59	13,22±0,19	12,10	13,27±0,14	10,47	14,76±0,14	9,28
Относительная длина чешуи	0,76±0,01	7,59	0,76±0,01	7,66	0,75±0,01	10,36	0,74±0,01	10,78	0,71±0,01	8,31
Длина верхней части чешуи, мм	5,45±0,09	12,64	5,79±0,08	12,75	6,00±0,11	15,51	6,08±0,09	14,84	7,71±0,13	17,12
Коэффициент Бакшаевой*	0,88±0,01	10,78	0,89±0,01	13,98	0,91±0,02	16,33	0,92±0,01	13,92	1,07±0,01	11,20

Примечание. *по: [Правдин, 1975].

Сравнение паанаярвских и прибеломорских ельников, напротив, показало достоверность различий по всем признакам, в том числе и относительным. Обнаруживается определенная тенденция – при переходе к Поньгоме 1 и Поньгоме 2 увеличиваются абсолютные показатели шишек и семенных чешуй, шишки характеризуются более вытянутой формой с более вытянутыми верхушками семенных чешуй. Можно сказать, что прибеломорские популяции характеризуются усилением признаков ели европейской.

При исследовании внутривидовой структуры в качестве диагностических признаков с определенной долей условности могут быть использованы и некоторые габитуальные, в том числе тип ветвления. Они также могут использоваться при оценке фенотипической структуры популяции.

В популяциях ели описаны следующие формы по типу ветвления: 1) плоская; 2) щетковидная; 3) компактная; 4) гребенчатая; 5) неправильно-гребенчатая. Следует отметить, что паанаярвские древостои отличаются узкой формой кроны, когда ветви первого порядка опускаются вниз и тесно прижимаются к стволу, что сильно затрудняет описание деревьев по типу ветвления. Тем не менее, в ельниках НП удалось выделить две формы по типу ветвления (рис. 2). В обеих популяциях доминируют плосковетвистые формы. В Паанаярви 1 на долю щетковидных елей приходится не более 5 %. В Паанаярви 2 представленность щетковидных елей выше (10 %). По-видимому, это связано с лучшими условиями освещенности в данном ельнике вследствие неравномерного распределения деревьев на пробе. Другие формы елей по типу ветвления в паанаярвских популяциях не обнаружены.

Прибеломорские популяции характеризуются большим уровнем разнообразия по этому показателю. Здесь встречаются все четыре типа ветвления, причем в Поньгоме 1 преобладает плоский тип (40 %), а в Поньгоме 2 – уже щетковидный (50 %). Компактный тип ветвления максимально представлен в Поньгоме 1 – 22 %, в Поньгоме 2 этот тип ветвления встречается единично. Гребенчатый тип ветвления составляет 8 и 9 % от общего числа деревьев для Поньгомы 1 и 2 соответственно. Таким образом, прибеломорские ельники характеризуются большим по сравнению с паанаярвскими ельниками уровнем формового разнообразия, оцененного по типу ветвления.

Форма семенных чешуй является главным диагностическим признаком, используемым при изучении внутривидового разнообразия и идентификации ели европейской, сибирской и их гибрида – ели финской [Правдин, 1975]. Поэтому представляется важным проанализировать формовую структуру популяций на основе различия между деревьями по типу семенных чешуй. Для большей точности был использован количественный показатель, характеризующий

вытянутость верхнего края семенной чешуи (коэф. Бакшаевой). Анализ показал (рис. 3), что исследованные малонарушенные ценопопуляции близки по формовой структуре и представлены в исследованных популяциях главным образом гибридами, близкими к ели сибирской – от 87 % в Паанаярви 1 до 73 % в Поньгоме 2. Гибриды, близкие к ели европейской, составили в изученных популяциях от 13,5 до 24 %. Формы с четкими признаками чешуй родительских видов (ели сибирской и ели европейской) встречались редко, от 1 до 2 %.

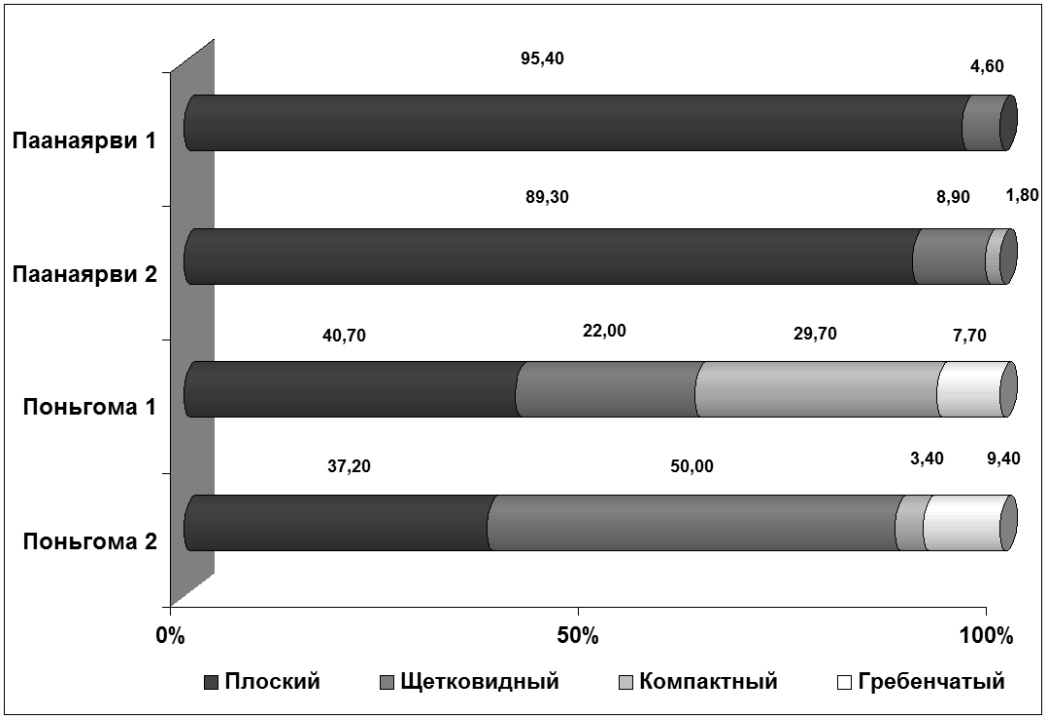


Рис. 2. Формовая структура популяций ели финской по типу ветвления

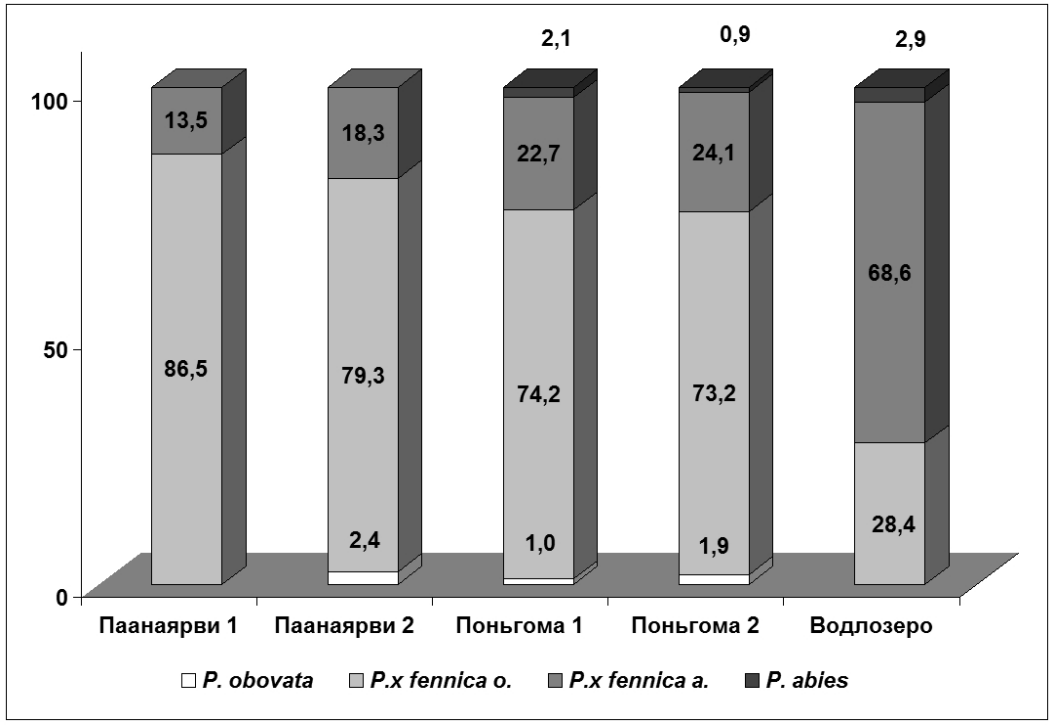


Рис. 3. Формовая структура популяции ели финской по типу семенных чешуй в сравнении с популяцией из НП «Водлозерский»

В сравнении, в малонарушенной популяции из средней подзоны тайги (НП «Водлозерский»), уже доминируют гибриды, близкие к ели европейской (69 %). Следовательно, малонарушенные северокарельские популяции можно отнести к ели гибридной или финской, близкой к ели сибирской. Влияние ели европейской минимально и возрастает от паанаярвских ельников к прибеломорским и далее к водлозерским, что не противоречит обнаруженной ранее закономерности [Бакшаева, 1966; Щербакова, 1975; Ильинов, 1998].

Представляется важным рассмотреть, каким образом характеризуются исследованные популяции ели финской с точки зрения ее разнообразия на внутрипопуляционном уровне по всему комплексу рассмотренных количественных признаков. С этой целью для каждой популяции были определены обобщенные коэффициенты вариации $C_{Voб}$. Оказалось, что паанаярвские ельники близки по этому показателю (рис. 4) и характеризуются минимальным уровнем фенотипического разнообразия (4,7 %). Сравнительно большими значениями интегрального показателя отличаются прибеломорские популяции, особенно Поньгома 1 ($C_{Voб}$ = 5,9 %), оказавшаяся близкой по этому показателю с популяцией из НП «Водлозерский».

Ранее с помощью обобщенного коэффициента вариации были изучены популяции ели финской в Карелии и смежных регионах [Ильинов, 1998; Ильинов и др., 2006]. Минимальные значения показателя были выявлены для мурманских популяций ели ($C_{Voб}$ = 2,5 %;), а также для кестеньгской популяции ($C_{Voб}$ = 4,4 %), находящейся в непосредственной близости от НП «Паанаярви». В то же время максимальными значениями характеризовались калевальская (Карелия, северная подзона тайги) и подпорожская (Ленинградская обл., южная подзона тайги) популяции – $C_{Voб}$ = 9,3 и 9,4 % соответственно. Таким образом, не было обнаружено какой-либо закономерности в изменении уровня индивидуального варьирования по комплексу количественных признаков у ели финской со сменой районов обитания. По мнению M. A. Khalil [1974], интегральный показатель $C_{Voб}$ отражает в определенной степени условия местообитания (особенности микрорельефа, микроклимата, почвы и т. п.). В нашем случае несомненный вклад в общий уровень фенотипического разнообразия вносят процессы интрогрессивной гибридизации.

Таким образом, анализ фенотипической изменчивости северных малонарушенных популяций ели финской позволил выявить определенную тенденцию – усиление влияния ели европейской от паанаярвских ельников к прибеломорским. В этом же направлении (с северо-запада на юго-восток) зафиксировано повышение уровня формового разнообразия по габитуальным признакам. Обнаруженные особенности фенотипического разнообразия ели указывают на существенную роль процессов интрогрессивной гибридизации в дифференциации на фенотипическом уровне исследованных малонарушенных популяций ели финской.

Генетическое разнообразие малонарушенных популяций ели. Анализ генетической структуры показал (табл. 4), что оба использованных

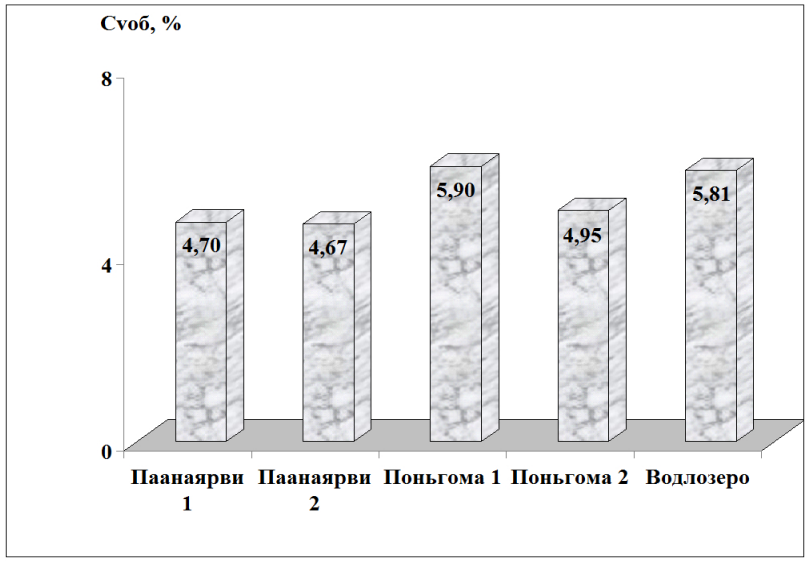


Рис. 4. Уровень фенотипического разнообразия по обобщенному коэффициенту вариации $C_{Voб}$ популяций ели финской в сравнении с популяцией из НП «Водлозерский»

микросателлитных локуса, UAPsTG25 и EATC2C06, оказались полиморфны только в паанаярвских ценопопуляциях ели финской. Для каждого из них обнаружено по 6 аллелей. В то же время прибеломорские ценопопуляции характеризовались меньшим аллельным разнообразием – по локусу UAPsTG25 они оказались мономорфными, а Поньгома 1 – и по локусу EATC2C06. Как в паанаярвских, так и в прибеломорских ельниках большинство генотипов представлено гомозиготами по одному основному аллелю: 104/104 и 139/139 по локусу UAPsTG25 и EATC2C06 соответственно. В то же время в одной прибеломорской и трех паанаярвских ценопопуляциях выявлены уникальные аллели (см. табл. 4).

Результаты анализа генетического разнообразия малонарушенных популяций ели финской представлены в табл. 5. Практически по всем параметрам генетической изменчивости паанаярвские популяции превосходят прибеломорские. Особенно высоким уровнем генетического разнообразия отличается популяция, расположенная на горе Кивакка на границе леса и тундры (Кивакка 1). Напротив, немногочисленная группа низкорослых деревьев, произрастающих на вершине горы Кивакка в горной тундре на высоте 400–450 м н. у. м. (Кивакка 2), характеризуется минимальными для паанаярвских ельников показателями генетической изменчивости, что можно объяснить крайне суровыми, экстремальными даже для самого холодного климатического района Карелии условиями произрастания, когда выживают лишь единичные экземпляры. Из прибеломорских популяций наибольшим уровнем генетической изменчивости характеризуется Поньгома 1.

Таблица 4. Генетическая структура малонарушенных популяций ели финской, выраженная в частотах аллелей микросателлитных локусов UAPsTG25 и EATC2C06

Аллели	Популяции						
	Паанаярви 1	Паанаярви 2	Кивакка 1	Кивакка 2	Поньгома 1	Поньгома 2	Пежостров
	UAPsTG25						
n	30	31	29	10	30	30	30
100*	0,050	0,016					
104	0,950	0,952	0,845	0,900	1,000	1,000	1,000
110				0,050			
112			0,017				
114		0,016	0,138	0,050			
116		0,016					
	EATC2C06						
n	30	31	29	10	30	30	30
136	0,133	0,065	0,138		0,117		0,017
139	0,733	0,839	0,724	0,950	0,800	1,000	0,933
151							0,017
154			0,034	0,050	0,017		0,033
157	0,133	0,081	0,103		0,067		
160		0,016					

Примечание. n – количество проанализированных генотипов; * аллели обозначены по длине фрагмента ДНК.

Таблица 5. Уровень генетического разнообразия в популяциях ели финской в Карелии, выявленный с помощью микросателлитных локусов UAPsTG25 и EATC2C06

Популяции	Кол-во генотипов	Среднее число аллелей на локус, (*A*)	Эффективное число аллелей (n_e)	Число уникальных аллелей	Полиморфность (*P*), %	Гетерозиготность	
						ожидаемая (H_e)	наблюдаемая (H_o)
НП «Паанаярви»							
Паанаярви 1	30	2,5±0,5	1,42±0,32	–	100	0,26±0,17	0,28±0,17
Паанаярви 2	31	4,0±0,1	1,25±0,15	2	100	0,19±0,10	0,18±0,10
Кивакка 1	29	3,5±0,5	1,58±0,22	1	100	0,36±0,09	0,24±0,09
Кивакка 2	10	2,5±0,5	1,17±0,06	1	100	0,14±0,05	0,15±0,05
Прибеломорье							
Поньгома 1	30	2,5±1,5	1,26±0,26	–	50	0,17±0,17	0,15±0,15
Поньгома 2	30	1,0±0,0	1,00±0,01	–	0	–	–
Пежостров	30	2,5±1,5	1,07±0,07	1	50	0,06±0,06	0,07±0,06

Ранее при изучении двух ценопопуляций ели финской из НП «Водлозерский» с помощью изоферментного анализа нами было обнаружено, что лучшим условиям произрастания соответствует более высокий уровень аллозимного внутрипопуляционного разнообразия. С. Н. Велисевич с соавт. [2008] на основе анализа изоферментов сосны кедровой сибирской в Томской обл. выявили снижение уровня гетерозиготности в популяциях при ухудшении почвенно-

гидрологических условий. В. А. Путенихин с соавт. [2005], изучая с помощью аллозимного анализа генетическую структуру популяций ели сибирской на Южном Урале, связали снижение уровня внутрипопуляционной генетической изменчивости в направлении от горных к равнинным популяциям с усилением процессов интрогрессивной гибридизации, сопровождающимся возрастанием влияния ели европейской.

Таким образом, различия в уровне генетического разнообразия паанаярвских и прибеломорских ценопопуляций можно объяснить как особенностями условий произрастания в исследованной части ареала ели финской, так и различным соотношением микроэволюционных процессов в популяциях, среди которых, несомненно, одно из главных мест принадлежит интрогрессивной гибридизации. В целом уровень генетического разнообразия в исследованных популяциях ели финской, выраженный показателями гетерозиготности *He* и *Ho*, оказался достаточно высоким и сравнимым с таковыми, выявленными по изоферментным локусам для других популяций *P*. x *fennica* [Потенко и др., 1993], а также других видов хвойных, в том числе и елей [Nevo et al., 1984; Алтухов и др., 1989].

Представляет интерес анализ подразделенности – изучение структуры всей генетической изменчивости, выявленной для северокарельских популяций. Результаты анализа AMOVA представлены в табл. 6. На долю индивидуальной (между отдельными генотипами) изменчивости приходится наибольшая доля (более 89 %). Интересно, что примерно одинаковыми оказались доли экологической (различия между пробами в регионах) и географической (различия между районами исследования) составляющих общей генетической изменчивости. Таким образом, уровень генетической дифференциации между исследованными малонарушенными северокарельскими популяциями оказался невысоким, большая часть выявленного генетического разнообразия приходится на внутрипопуляционную составляющую, что свидетельствует о генетической близости популяций и характерно для популяций большинства хвойных видов таежной зоны.

Таблица 6. Результаты AMOVA (Analysis of Molecular Variance) анализа общего генетического разнообразия в северокарельских малонарушенных популяциях ели финской

Источник разнообразия	Число степеней свободы df	Сумма квадратов отклонений SSD	Среднее квадр. откл. MSD=SSD/df	Доля в общей дисперсии, абс. значения	Доля в общей дисперсии в %
Между регионами (географическая изменчивость)	1	3,273	3,273	0,023	5,3
Между популяциями (экологическая изменчивость)	5	5,112	1,022	0,024	5,4
Внутри популяций (индивидуальная изменчивость)	183	71,825	0,392	0,392	89,3
Общая генетическая изменчивость	189	80,211		0,439	100,0

Уровень межпопуляционной генетической дифференциации количественно оценивали с помощью вычисления генетических дистанций Неи [Nei, 1975]. Более наглядно результаты этих вычислений можно представить в виде дендрограммы сходства, построенной на основе матрицы расстояний с помощью метода UPGMA. На дендрограмме (рис. 5) выделяется Кивакка 1 наибольшей обособленностью от остальных северокарельских популяций. Представляет интерес генетическая близость между популяциями Паанаярви 2 и Поньгома 1, а также пробы Кивакка 2 с прибеломорскими популяциями. За этим исключением, выявленная популяционная структура не противоречит географическому расположению северокарельских малонарушенных популяций ели финской. Обособленность популяции Кивакка 1 объясняется, вероятно, ее положением на границе леса и тундры. Согласно существующим данным относительно соответствия генетического расстояния внутривидовому статусу [Алтухов и др., 1989], значения дистанций Неи до 0,007 соответствуют генетическому расстоянию между субпопуляциям, от 0,008 до 0,013 – между локальным популяциям. Таким образом, выборки из НП «Паанаярви» и Прибеломорья соответствуют субпопуляциям, входящим в состав двух локальных популяций – паанаярвской и прибеломорской. Отсутствие изоляционных барьеров с другими паанаярвскими субпопуляциями не позволяет отнести Кивакка 1 к отдельной локальной популяции, несмотря на ее генетическую обособленность.

Заключение

Своеобразие популяционной структуры ели финской в исследованной части ареала может быть следствием ряда факторов, среди которых, несомненно, главную роль играют процессы интрогрессивной гибридизации ели

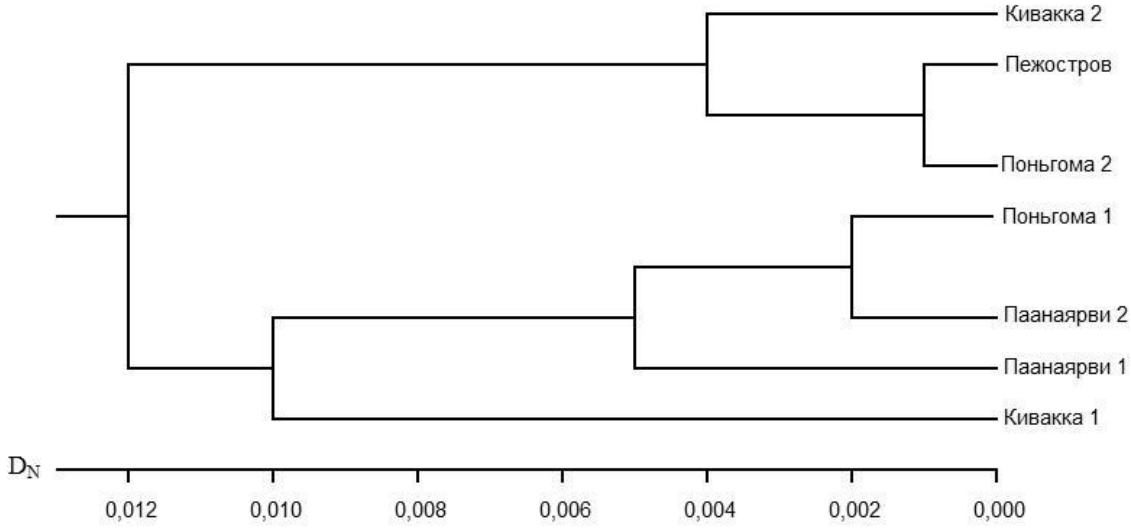


Рис. 5. Дендрограмма сходства северокарельских популяций ели финской по генетическим расстояниям Неи (D_N)

сибирской и ели европейской. Для более обоснованных выводов необходимы дальнейшие исследования с привлечением большего количества микросателлитных локусов. Однако несмотря на то, что в работе были использованы только два полиморфных микросателлитных праймера, они позволили выявить особенности генетической структуры, обнаружить неоднородность внутривидового генетического разнообразия изученных популяций ели финской, оценить степень их дифференциации. Следовательно, микросателлитные локусы могут с успехом применяться в изучении внутривидового разнообразия лесных древесных видов, в том числе и ели европейской, включая ее гибриды с елью сибирской.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Литература

Алтухов Ю. П., Крутовский К. В., Духарев В. А. и др. Биохимическая генетика популяций лесных древесных растений // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений: Материалы Междунар. симп. Воронеж, 1989. С. 16–24.

Бакшаева В. И. Изменчивость и формовое разнообразие ели в Карелии: автореф. дис. …канд. Петрозаводск, 1966. 22 с.

Бобров Е. Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука, 1978. 189 с.

Велисевич С. Н., Петрова Е. А., Бендер О. Г., Зотикова А. П. Формирование структуры популяций сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в заболоченных экотопах юга Томской области // Вестник Томск. гос. унив. Биология. 2008. № 1 (2). С. 13–22.

Виликайнен М. И. Еловые леса Карело-Финской ССР и характеристика их флористического состава: автореф. дис. …канд. Петрозаводск, 1953. 22 с.

Громцев А. Н. Ландшафтные эталоны коренных лесов // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 55–60.

Животовский Л. А. Меры популяционной изменчивости комплекса количественных признаков // Журнал общей биологии. 1980. Т. XLI. № 2. С. 177–191.

Ильинов А. А. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура ели финской *Picea.* x *fennica* (Regel) Kom. в Карелии: автореф. дис. …канд. Петрозаводск, 1998. 25 с.

Ильинов А. А., Политов Д. В., Исаева Л. В. Фенотипическая и генетическая структура популяций ели финской в условиях промышленного загрязнения в Мурманской обл. // Матер. Междунар. конф. «Соврем. эколог. пробл. Севера». Апатиты, 2006. С. 123–128.

Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Фитоценология. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. 316 с.

Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 282 с.

Потенко В. В., Ильинов А. А., Гончаренко Г. Г. Изучение генетической дифференциации популяций ели в Карелии с использованием метода изоферментного анализа // Селекция и семеноводство в Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 66–76.

Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.: Наука, 1975. 180 с.

Путенихин В. П. Лиственница Сукачева на Южном Урале (изменчивость, популяционная структура и сохранение генофонда). Уфа: УНЦ РАН, 1993. 195 с.

Путенихин В. П., Шигапов З. Х., Фарукшина Г. Г. Ель сибирская на Южном Урале и в Башкирском Предуралье (популяционно-генетичсекая структура). Ботанический сад-институт Уфимского НЦ РАН. М.: Наука, 2005. 180 с.

ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки. Порядок рассмотрения

и утверждения возрастов рубок главного пользования лесом. Приказ Рослесхоза от 28.05.93 № 134.

Щербакова М. А. Генэкологические особенности ели в северо-западной части ее ареала // Вопр. лесовед. и лесоводства в Карелии. Петрозаводск, 1975. С. 154–177.

Hodgetts R. B., Aleksiuk M. A., Brown A. et al. Development of microsatellite markers for white spruce (*Picea glauca*) and related species // Theor. Appl. Genet. 2001. Vol. 102. P. 1252–1258.

Khalil M. A. Genetics of cone morphology in white spruce (Picea glauca) // Can. J. Bot. 1974. V. 52, N 1. P. 15–21.

Nei M. Molecular population genetics and evolution. Amsterdam: Holland Press, 1975. 278 p.

Nevo E., Beilis A., Ben-Shlomo R. The evolutionary significance of genetic diversity: ecological, demographic and life history correlates // Evolutionary Dynamics of Genetic Diversity. Springer, 1984. P. 13–213.

Peakall R., Smouse P. E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes. 2006. N 6. P. 288–295.

Scotti I., Magni F., Pagila G. P., Morgante M. Trinucleotide microsatellites in Norway spruce (*Picea abies*): their features and development of molecular markers // Theor. Appl. Genet. 2002. Vol. 106. P. 40–50.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ильинов Алексей Алексеевич
научный сотрудник, к. с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ialexa33@yandex.ru
тел.: (8142) 768160

Раевский Борис Владимирович
старший научный сотрудник, к. с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: raevski@drevlanka.ru
тел.: (8142) 768160

Рудковская Оксана Алексеевна
младший научный сотрудник, к. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: karolina@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Топчиева Людмила Владимировна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: topchieva67@mail.ru
тел.: (8142) 571879

Ilyinov, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: ialexa33@yandex.ru
tel.: (8142) 768160

Raevskiy, Boris
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: raevski@drevlanka.ru
tel.: (8142) 768160

Rudkovskaya, Oksana
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: karolina@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Topchieva, Lyudmila
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: topchieva67@mail.ru
tel.: (8142) 571879

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 48–53

УДК 574.3; 630

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ ОТ ГРОЗ КАК ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БАССЕЙНА РЕКИ СОЯНА НА БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОМ ПЛАТО

П. С. БУРЛАКОВ, К. А. ХМАРА

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

Лесные пожары являются важнейшим эколого-эволюционным фактором развития и устойчивого существования светлохвойных видов. На примере центральной части Беломорско-Кулойского плато показано, что возникновение лесных пожаров от молний связано с аномалиями магнитного поля и неоднородностью геологического строения этой территории, а также соотношением сухих типов местообитаний. Более 50 % лесных пожаров от молний, зарегистрированных на Беломорско-Кулойском плато, приурочены к Мегра-Кепинской зоне разломов субмеридионального простирания. Подобные исследования отражают межгеосферные связи в системе литосфера-атмосфера-биосфера.

К л ю ч е в ы е с л о в а : светлохвойные леса, лесные пожары от гроз, тектонические нарушения, аномалии повышенного магнитного поля.

P. S. Burlakov, K. A. Khmara. LIGHTNING IGNITED FOREST FIRES AS A GEOECOLOGICAL FACTOR INFLUENCING THE STABILITY OF LIGHT CONIFEROUS FORESTS OF THE SOYANA RIVER BASIN ON BELOMORSKO-KULOYSKOE PLATEAU

Forest fires are a major ecological and evolutional factor, influencing the development and stable existence of light coniferous forests. It is demonstrated that in the central part of Belomorsko-Kuloyskoe plateau the main cause of forest fires is lightning strikes that are connected with magnetic field anomalies, tectonic faults and dry conditions in habitats. The central (Megra-Kepinskaya) system of faults is the location of more than 50 % of lightning ignited forest fires recorded on Belomorsko-Kuloyskoe plateau. Such studies reveal interactions between lithosphere, atmosphere and biosphere.

K e y w o r d s : light coniferous forests, lightning ignited forest fires, tectonic faults, anomalies of magnetic field.

В циркумбореальной зоне северного полушария лесные пожары являются важнейшим механизмом формирования бореальных экосистем, который контролирует их динамику и продуктивность. Масштаб этого явления сопоставим с антропогенной трансформацией бореальных лесов. Наиболее важной особенностью пирогенных трансформаций является специфичный ход постпирогенных сукцессионных процессов, приводящих, как правило, к формированию и длительному существованию светлохвойных лесов. Еще в начале XX в. исследователи отмечали, что «пожары являются частью программы природы, выполнение которой

обеспечивает сохранение сосны, как растительного вида на земле» [Ткаченко, 1911] и «сосна сохранила свои позиции на севере только благодаря пожарам. В противном случае ель вытеснила бы сосну уже несколько тысячелетий назад» [Сукачев, 1938].

Настоящая работа посвящена комплексному анализу данных о размещении светлохвойных лесов, распространении лесных пожаров от гроз и причин высокой грозовой пожароопасности на Беломорско-Кулойском плато. Комплексное использование геолого-геоморфологических и лесоводственных материалов, а также данных по распространению пожаров и лесохозяйственного освоения позволяет наиболее полно оценить динамику светлохвойных лесов при региональных исследованиях.

В качестве района исследований выбрана центральная часть Беломорско-Кулойского плато, площадью около 2 500 км² (рис. 1). Выбор данного ключевого участка объясняется наибольшей концентрацией светлохвойных лесов в пределах Беломорско-Кулойского плато. Помимо этого центральная часть плато является практически не освоенной территорией, с высокой долей малонарушенных лесов. Большая часть рассматриваемой территории относится к Соянскому государственному природному биологическому заказнику регионального значения. Все рассматриваемые насаждения имеют естественное происхождение (за исключением незначительной площади лесных культур, которые созданы на гарях в верховьях р. Сояна).



Рис. 1. Схема района исследований:

1 – площадь наибольшей концентрации светлохвойных формаций, 2 – границы ООПТ: А – Соянский заказник, Б – Пинежский заповедник

Район исследований представлен сочетанием озерно-ледниковых и водно-ледниковых, преимущественно песчаных ландшафтов, участков плато на палеозойских осадочных карбонатных породах с маломощным и прерывистым чехлом четвертичных отложений с высотами н. у. м. 80–217 м. Для территории также характерны участки с холмисто-моренным рельефом [Атлас, 1976].

Материалы и методы

При анализе распространения пожаров от гроз использовалась Ведомость лесных пожаров Агентства лесного хозяйства по Архангельской области и НАО за период 2005–2009 гг. В анализ включены 25 лесных пожаров от молний, которые произошли на Беломорско-Кулойском плато. Участки наибольшей концентрации пожаров от гроз мы объединяли в кластеры. При комплексной характеристике светлохвойных древостоев использовались материалы Архангельской лесоустроительной экспедиции, опубликованные в работе [Отчет.., 2007]. Для анализа геолого-геофизической обстановки использовались следующие материалы: Карта магнитного поля и тектонических нарушений (М 1 : 1000 000) [Кутинов, Чистова, 2004], Структурная карта поверхности кристаллического фундамента Мезенской синеклизы (М 1 : 1000 000, 2004), Геолого-структурная карта Зимнебережного алмазоносного района (М 1 : 500 000, 2003), Схема районирования Зимнебережного алмазоносного района (М 1 : 1000 000) [Головин, 2004]. Привязка и сопоставление материалов, а также анализ конфигурации контуров проводился в Гис-среде MapInfo 8.5.

Результаты и обсуждение

Распространение светлохвойных лесов и их структура. Наибольшие площади светлохвойных лесов на Беломорско-Кулойском плато расположены в бассейне р. Сояна. Впервые светлохвойные леса в центральной части плато описал А. М. Леонтьев (начальник Беломорско-Кулойского отряда Северной геоботанической экспедиции) в 1932 г. [Леонтьев, 1937]. В ходе работ были отмечены многочисленные следы лесных пожаров, а также разновысотность светлохвойных насаждений, что подтверждает их послепожарное происхождение. Контуры этих лесных массивов встречаются в картографических материалах 50–70 гг. XX в. [Шиманюк, 1957; Атлас.., 1976].

В типологической структуре светлохвойных лесов преобладают лишайниковый, брусничный и черничный типы леса. Причем, удельный вес сосняков лишайниковых в верховьях р. Сояна и ее притоков достигает около 40 %. Отличительной особенностью сосновых древостоев является относительно равномерное присутствие всех возрастных групп: молодняков, средневозрастных и спелых насаждений. В возрастной структуре лиственничных древостоев доминирует группа в интервале от 180 до 280 лет (77 %). Моложе этой группы 10 % насаждений, старше – 13 %.

Широкое распространение молодняков и средневозрастных древостоев светлохвойной формации в бассейне р. Сояна не является следствием рубок, а в первую очередь связано с их послепожарным происхождением. Пирофитность светлохвойных видов к циклическим пирогенным воздействиям проявляется через ряд биолого-физиологических особенностей: высокой огнестойкости; высокой пожароустойчивости древостоев и способности успешно возобновляться на гарях.

Распространение лесных пожаров от молний. В бореальной зоне Северной Америки и Евразии (особенно в малонаселенных районах) молнии являются основными причинами возникновения лесных пожаров. Так, например, в бореальной зоне Северной Америки выгоревшая площадь вследствие пожаров от молний составила более 90 % в 90-х гг. XX в. от общего соотношения природных и антропогенных факторов образования лесных пожаров [Kasischke, Turetsky, 2006]. В северной части Канады за период 1959–1997 гг. причиной более 70 % наиболее крупных по площади (более 200 га) лесных пожаров являлись удары молний, а выгоревшая площадь составила 85 % [Stocks et al., 2002].

Для территории России отмечается, что в малонаселенных северных районах Сибири доля пожаров от молний может достигать 70–90 % [Иванов и др., 2004; Пономарев и др., 2006]. На Европейском Севере России возникает всего около 2 % пожаров от ударов молний [Вакуров, 1975], а в Архангельской области 7–8 % [Отчет.., 2007]. Средняя плотность грозовых пожаров на 100 тыс. га год$^{-1}$ в светлохвойных лесах Архангельской области (по данным Центральной базы авиационной охраны лесов СССР от пожаров за период 1981–1991 гг.) составляет около 1,8, что значительно выше чем в Скандинавии (в среднем 0,4–0,6), но меньше чем в Западной Сибири (4,5) [Санников, Санникова, 2009]. Увеличение данного показателя с запада на восток, а также в субмеридиональном направлении на Урале связано с нарушением зональности, которая приво-

дит к формированию более засушливого континентального климата. Помимо этого важное значение имеет соотношение влажных и сухих типов местообитаний. Существенный вклад в это соотношение вносят геологические (азональные) факторы: особенности рельефа и литологии пород.

В то же время, в отдельных районах Архангельской области молнии являются одной из главных причин пожаров. Так, на Беломорско-Кулойском плато до 68 %, а в бассейне среднего и нижнего течения р. Мезень до 73 % всех лесных пожаров возникает от ударов молний [Листов, Бородин, 1964; Отчет.., 2007]. Доля лесных пожаров от антропогенного фактора в центральной части плато минимальна, что связано с отсутствием населенных пунктов и дорожной сети в исследуемом районе.

Проведенный анализ данных о распространении лесных пожаров от гроз показал, в бассейне р. Сояна происходит более 50 % лесных пожаров от молний, зарегистрированных на Беломорско-Кулойском плато. Основными причинами высокой грозовой пирофильности этих районов являются аномалии геофизических полей, связанные с намагниченными образованиями поверхности фундамента, тектоническими разломами и нарушениями разного ранга и кимберлитовыми трубками. Так, в центральной части плато грозовые пирогенные кластеры приурочены к аномалиям повышенного магнитного поля, разломам и морфоструктурным узлам (рис. 2). Отдельно выделяется Мегра-Кепинская зона разломов субмеридионального простирания, которая представляет собой рифтовую долину, где зафиксировано

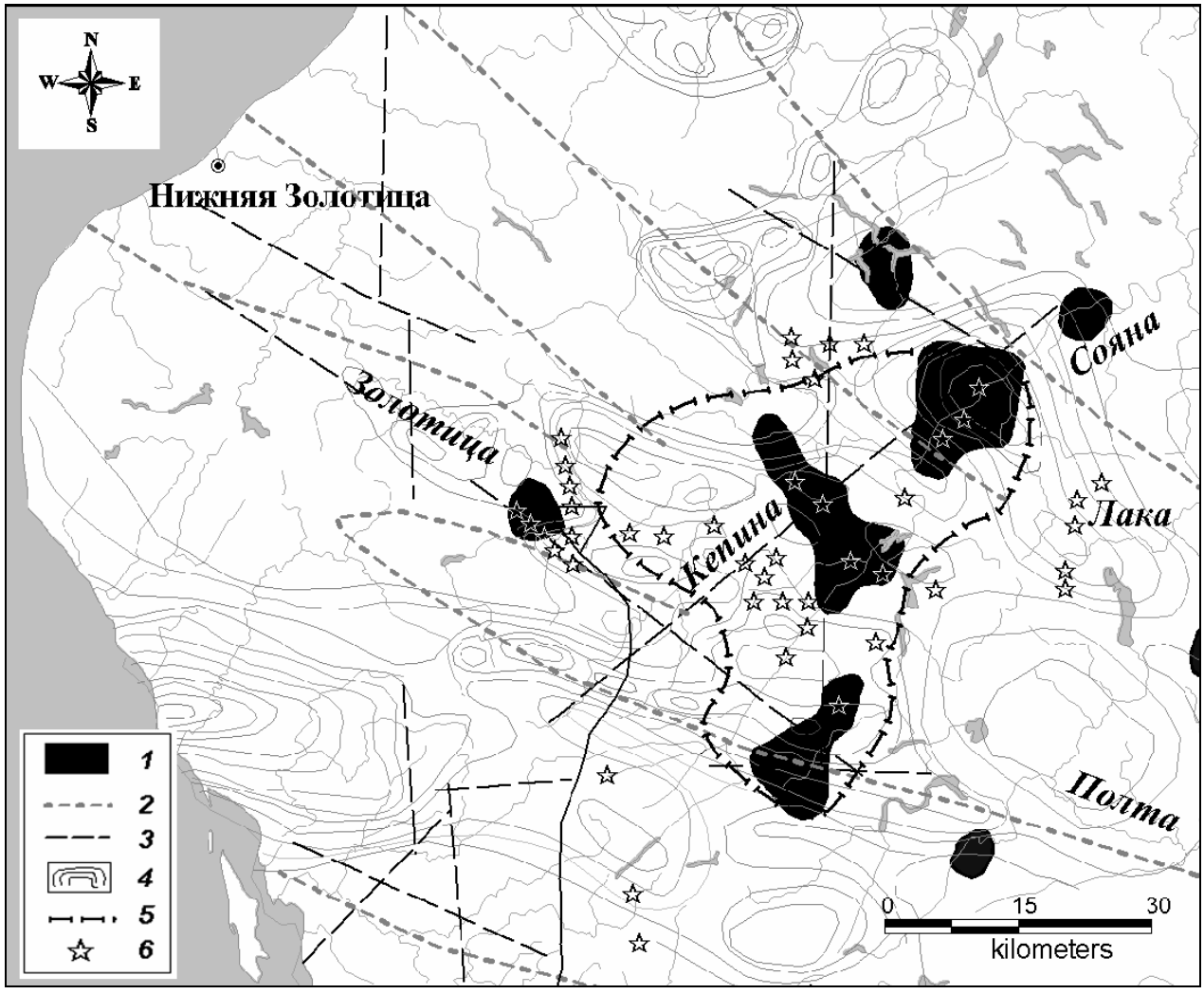


Рис. 2. Схема сопоставления материалов:

1 – участки концентрации лесных пожаров от молний (пирогенные кластеры), 2 – разломы кристаллического фундамента Мезенской синеклизы по: [Структурная карта.., 2004], 3 – глубинные разломы по: [Кутинов, Чистова, 2004], 4 – изолинии положительного магнитного поля по: [Кутинов, Чистова, 2004], 5 – контур Кепинского поля вулканического магматизма по: [Геолого-структурная карта.., 2003], 6 – магматические тела по: [Кутинов, Чистова, 2004]

большинство пожаров от молний. Рассматриваемая территория также входит в состав Зимнебережного алмазоносного района, большая часть которой расположена в пределах Кепинского поля вулканического магматизма. Таким образом, центральная часть плато выделяется дезинтеграцией пород фундамента, пестрым сочетанием литологических комплексов осадочного чехла с широким диапазоном значений магнитной восприимчивости и слоев, представленных высоко- и низкоомными породами, а также проявлениями магматизма. Т. е. геологическое разнообразие данной территории находит свое отражение в аномалиях геофизических полей, которые выступают в качестве молниеприемников, обеспечивая повышенную грозовую активность и пожароопасность отдельных участков земной поверхности.

Эта же территория характеризуется широким распространением лиственничных и сосновых лесов, преимущественно на песчаных отложениях, особенности гигротопа которых способствуют развитию пожаров. Отдельно отметим, что наибольшие по площади древостои с преобладанием *Larix sibirica* Ledeb. сосредоточены на Беломорско-Кулойском плато (34,4 тыс. га, из них около 3,7 тыс. га чистых древостоев) [Торхов, Трубин, 2002]. В то же время установлено, что лиственница является самой молниеопасной сибирской породой (из 100 ударов молний в деревья на долю лиственницы приходится 45, при этом в 41 % случаев возникали пожары) [Иванов и др., 2004]. Если принять во внимание, что пирогенный фактор является важнейшим при формировании светлохвойных древостоев, то можно предположить длительное (в течение многих сотен лет) произрастание этих лесов без смены пород в центральной части плато.

Ранее сходные результаты по пространственной структуре грозовой активности и пожароопасности были получены для территории Карелии, Алтая, Западной и Средней Сибири, которые подтверждают положительную их связь с градиентом аномального магнитного поля Земли, тектоническими разломами и зонами повышенной электропроводности [Дмитриев и др., 2006; Соколов и др., 2008; Санников, Санникова, 2009].

В последнее время процесс смены пород под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов привлекает широкое внимание исследователей, что связано, в первую очередь, с выявлением основных механизмов динамики таежных ландшафтов. Изменение климата (в первую очередь потепление) исследователи стали рассматривать как основной триггерный механизм, который приводит к различным трансформациям в структуре растительного покрова в бореальных широтах. Так, например, в работе [Шварцман, Болотов, 2008] связывают увеличение доли еловых формаций с 57 до 73 % за период 1956–1979 гг. в Пинежском государственном заповеднике (юго-восточная часть Беломорско-Кулойского плато) с изменениями климата. Однако основной причиной сукцессионых смен, которые привели к сокращению светлохвойных лесов на этой территории, является отсутствие пожаров в последние десятилетия и выборочные рубки. Это положение подтверждается данными Д. Н. Сабурова [Сабуров, 1987] и В. Н. Мерзлого [Мерзлый, 1998], которые отмечают трансформацию лесных массивов пожарами конца XVIII в., середины XIX в., 1917–1921 гг., 1937 и 1961 гг. (в том числе и от ударов молний), а также преимущественно выборочными рубками в 1920–1930-е гг. и рубками главного пользования с 1960-х гг. до создания заповедника в 1974 г.

Заключение

В рамках современной геоэкологии вопросы пространственной структуры объектов и факторов их формирования являются наиболее сложными и дискуссионными. В данной работе показана роль геомагнитных полей и неоднородностей геологического строения, как участков земной поверхности, наиболее подверженных ударам молний. На Беломорско-Кулойском плато около 70 % лесных пожаров возникает от молний, более половины из которых приурочены к центральной части плато в бассейне р. Сояна. Эта же территория является площадью наибольшего развития светлохвойных лесов, разновозрастная структура которых отражает периодическое влияние пирогенных трансформаций. Предполагается устойчивое существование светлохвойных лесов в данном районе без смены пород в течение многих сотен лет. Таким образом, подобные явления отражают межгеосферные взаимодействия в системе литосфера – атмосфера – биосфера.

Литература

Атлас Архангельской области. М.: ГУГК, 1976. 72 с.

Вакуров А. Д. Лесные пожары на Севере. М.: Наука, 1975. 99 с.

Головин Н. Н. Геологическое строение, минеральный состав и условия образования щелочно-ультраосновных пород Кепинской площади (Архан-

гельская алмазоносная провинция): автореф. дис. ...канд. геол.-мин. наук. М., 2004. 29 с.

Дмитриев А. Н., Шитов А. В., Кочеева Н. А., Кречетова С. Ю. Грозовая активность Горного Алтая. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. 190 с.

Иванов В. А., Коршунов Н. А., Матвеев П. М. Пожары от молний в лесах Красноярского Приангарья. Красноярск: СибГТУ, 2004. 132 с.

Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б. Иерархический ряд проявлений щелочно-ультраосновного магматизма Архангельской алмазаносной провинции. Их отражение в геолого-геофизических материалах. Архангельск: ОАО ИПП «Правда Севера», 2004. 281 с.

Леонтьев А. М. Геоботанические районы Беломорско-Кулойской части Северного края // Тр. Бот. Ин. АН СССР, вып. 2. М.; Л., 1937. С. 81–222.

Листов А. А., Бородин Ю. С. Лесные пожары в Архангельской области // Лесное хозяйство. 1964. № 9. С. 56–60.

Мёрзлый В. Н. Леса Пинежского заповедника, их история и современное состояние // Итоговый отчет по теме: «Изучение динамики и структуры природных комплексов заповедников и формирование баз данных о состоянии природно-заповедного фонда на Севере Русской Равнины». Пинега, 1998. С. 66–76.

Отчет о выполнении научно-исследовательских работ по изучению природных комплексов Соянского государственного биологического заказника регионального значения. Архангельск, 2007. 110 с.

Пономарев Е. И., Иванов В. А., Коршунов Н. А. Спутниковые данные TOVS при решении задачи прогнозирования грозовой пожарной опасности в лесу // География и природные ресурсы. 2006. № 1. С. 147–150.

Сабуров Д. Н. Результаты комплексного картографирования Пинежского заповедника // Флора Севера и растительные ресурсы Европейской части СССР (Тез. докл. науч. сессии, посвященной 50-летию издания книги И. А. Перфильева «Флора северного края»). Архангельск, 1987. С. 33–35.

Санников С. Н., Санникова Н. С. Эволюционные аспекты пироэкологии светлохвойных видов // Лесоведение. 2009. № 3. С. 3–10.

Соколов С. Я., Куликов В. С., Снегуров В. С., Снегуров А. В. Новый этап в изучении связи грозовой активности с особенностями геологического строения территории Карелии // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Материалы четырнадцатой Международной конференции. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2 часть, 2008. С. 208–211.

Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л., 1938. 574 с.

Ткаченко М. Е. Леса Севера. «Труды по лесному опытному делу в России», вып. XXV. П., 1911.

Торхов С. В., Трубин Д. В. Лиственница в лесах Архангельской области: состояние, динамика, использование // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: Материалы регионального рабочего совещания. Архангельск, 2002. С. 5–22.

Шварцман Ю. Г., Болотов И. Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биома в области плейстоценовых материковых оледенений. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 302 с.

Шиманюк А. П. Естественное лесовозобновление на концентрированных вырубках в сосновых лесах таежной зоны Европейской части СССР и пути его улучшения // Сборник статей по результатам исследований в области лесного хозяйства и лесной промышленности в таежной зоне СССР. М.; Л., 1957. С. 2–39.

Цветков П. А. Исследование природы пожаров в северной тайге Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 2. С. 186–195.

Kasischke E. S., Turetsky M. R. Recent changes in the fire regime across the North American boreal region – Spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska, Geophys. Res. Lett., 33, L09703, doi: 10.1029/2006GL025677, 2006.

Stocks B. J., Mason J. A., Todd J. B. et al. Large forest fires in Canada, 1959–1997, J. Geophys. Res., 108(D1), 8149, doi: 10.1029/2001JD000484, 2002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бурлаков Павел Сергеевич
младший научный сотрудник,
Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук, лаб. глубинного геологического строения и динамики литосферы
ул. Наб. Сев. Двины, 23, Архангельск, Архангельская область, Россия, 163000
эл. почта: asmat21@mail.ru
тел.: (8182) 211559

Хмара Константин Алексеевич
научный сотрудник, к. б. н.
Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук, лаб. глубинного геологического строения и динамики литосферы
ул. Наб. Сев. Двины, 23, Архангельск, Архангельская область, Россия, 163000
эл. почта: KAX1961@yandex.ru
тел.: (8182) 211559

Burlakov, Pavel
Institute for Ecological Problems in the North, Ural Branch, Russian Academy of Science
23 Nabereznaya Severnoy Dviny, 163000 Arkhangelsk, Arkhangelsk Region, Russia
e-mail: asmat21@mail.ru
tel.: (8182) 211559

Khmara, Konstantin
Institute for Ecological Problems in the North, Ural Branch, Russian Academy of Science
23 Nabereznaya Severnoy Dviny, 163000 Arkhangelsk, Arkhangelsk Region, Russia
e-mail: KAX1961@yandex.ru
tel.: (8182) 211559

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 54–67

УДК 595.423:57.063:574.2

ПОЧВООБИТАЮЩИЕ ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARIFORMES: ORIBATIDA) ТАЕЖНОЙ И ТУНДРОВОЙ ЗОН МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. ЗЕНКОВА[1], А. С. ЗАЙЦЕВ[2], Л. В. ЗАЛИШ[3], А. А. ЛИСКОВАЯ[1]

[1] *Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН*
[2] *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН*
[3] *Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН*

Обобщены литературные данные и результаты собственных исследований фауны почвообитающих панцирных клещей в почвах тундровой зоны и северотаежной подзоны в пределах Мурманской области. Список орибатид, населяющих естественные (равнинные и горные) и техногенно трансформированные почвы северотаежной подзоны, расширен до 216 видов, 100 родов, 47 семейств. В почвах тундровой зоны зафиксирован 101 вид из 56 родов, относящихся к 26 семействам. Общий региональный список почвообитающих панцирных клещей включает 250 видов из 103 родов, относящихся к 48 семействам.

Ключевые слова: панцирные клещи, таксономическое разнообразие, Мурманская область, тундра, северная тайга, техногенно нарушенные почвы.

I. V. Zenkova, A. S. Zaitsev, L. V. Zalish, A. A. Liskovaya. LIST OF ORIBATID MITES (ACARIFORMES: ORIBATIDA) IN TUNDRA AND NOTHERN TAIGA SOILS OF THE MURMANSK REGION

Data from the literature and results of own research on the oribatid mite fauna in soils of the tundra zone and the northern taiga subzone of the Murmansk Region are summarized in this paper. The list of oribatid mite species inhabiting the northern taiga subzone has been extended to 216 species belonging to 100 genera of 47 families. In tundra soils, 101 oribatid species belonging to 56 genera of 26 families have been recorded. The total regional list of soil-dwelling oribatids comprises 250 species from 103 genera belonging to 48 families.

Key words: oribatid mites, taxonomic diversity, Murmansk region, tundra, northern taiga, industrially disturbed soils.

Введение

Панцирные клещи или орибатиды (Acariformes: Oribatida) – одна из наиболее разнообразных и широко распространенных групп почвообитающих клещей. Высокая численность, значительное разнообразие видов и жизненных форм, а также пищевая специализация определяют значительный вклад панцирных клещей в процессы биотрансформации органического вещества, особенно в лесных почвах бореальной зоны. Приуроченность большинства видов к определенным почвенным горизонтам позволяет использовать этих микроартропод для инди-

кации антропогенных воздействий на почвенный покров, датирования возраста торфов и погребенных почв [Криволуцкий и др., 1990; Криволуцкий, 1994; Мордкович и др., 2003; Рябинин, Паньков, 2009].

Мировая фауна орибатид насчитывает около 11 тысяч видов. Они объединены в 45 надсемейств, 181 семейство, 1 619 родов. Большинство видов (3 620) обитает в Палеарктике, в том числе более 2000 – в Европе [Schatz, 2004; Subias, 2008]. В фауне России известно около 1 300 видов, почти половина из них (601 вид из 85 семейств) – на Дальнем Востоке [Криволуцкий и др., 1999; Рябинин, 2004]. В биогеоценозах европейской средней и северной тайги видовое разнообразие конкретных фаун панцирных клещей (т. е. в пределах ландшафта) оценивается в 150–200 видов, в тундровых экосистемах – в 50–100 видов. Фауна северных регионов России (Мурманская, Архангельская, Калининградская, Пермская, Ленинградская области, республики Карелия и Коми) насчитывает 150–200 видов орибатид при их наибольшем таксономическом разнообразии в таежных лесах республик Карелия и Коми [Криволуцкий и др., 1999, 2002; Мелехина, 1999, 2001; Ласкова, 2001; Сидорчук, 2009]. На территориях скандинавских стран и государств Балтии зарегистрировано от 200 до 300 видов орибатид [Mehl, 1979; Lundqvist, 1987; Niemi et al., 1997, 2000; Eitminavichute, 2003; Baranovska, 2007]. Для субарктической тундры европейской территории России в целом известно около 100 видов орибатид из 54 родов и 29 семейств [Мелехина, 2009]. Обеднение таксономического и экологического разнообразия клещей в широтном направлении объясняется малой мощностью и высокой кислотностью органогенных горизонтов, их длительным промерзанием (а в районах крайнего Севера – распространением вечной мерзлоты), сокращением сезона с положительными температурами воздуха [Криволуцкий и др., 1999; Зайцев, 2001; Zaitsev, Wolters, 2006]. Некоторые авторы связывают бедность фауны панцирных клещей Европейского Севера и отсутствие видов и семейств, характерных для более южных регионов, с последствиями последнего оледенения [Ласкова, 2001].

В Мурманской области фауна почвообитающих панцирных клещей детально исследована на побережье Баренцева моря (северная часть Кольского полуострова, тундровая зона), на Терском берегу Белого моря и беломорских островах Кандалакшского природного заповедника (южная часть Кольского полуострова, подзона северной тайги). Эти результаты получены благодаря многолетней работе, проводившейся на биологических станциях МГУ (Кандалакшский залив Белого моря) и Мурманского морского биологического института (пос. Дальние Зеленцы) [Криволуцкий, 1966а, б; Панцирные клещи.., 1995; Криволуцкий и др., 1999], а также на территории Кандалакшского заповедника [Бызова и др., 1986]. Первоначально в тундровой зоне региона было выявлено 53 вида панцирных клещей, относящихся к 34 родам, 22 семействам; в почвах Терского берега – 94 вида из 54 родов, 31 семейства [Криволуцкий, 1966а, б]. Позднее эти списки были расширены до 79 и 188 видов соответственно [Панцирные клещи.., 1995; Криволуцкий и др., 1999]. Для беломорских островов Кандалакшского заповедника указывалось 112 видов из 75 родов, 39 семейств [Бызова и др., 1986]. Центральная часть Мурманской области, включающая широкий спектр природных и техногенно трансформированных биогеоценозов, а также горные экосистемы, остается практически не изученной в этом плане.

Цель настоящего сообщения – составление сводного списка видов почвообитающих панцирных клещей Мурманской области и краткая сравнительная характеристика сообществ орибатид естественных и антропогенно нарушенных биогеоценозов в пределах кольской тундры и северной тайги.

Материалы и методы

Источники данных о фауне панцирных клещей

Обобщены данные по видовому составу панцирных клещей из девяти районов Мурманской области. Подробная характеристика этих районов имеется в соответствующей литературе. Приводим данные об их географическом положении, а также источники материалов о фауне орибатид на рис. 1 и в табл. 1. Собственные почвенно-зоологические исследования выполнены в шести районах: 1, 2, 4–7.

Характеристика районов исследований

Районы 1–3 расположены на северном побережье Мурманской области (см. рис. 1) в пределах Териберского флористического района, включающего тундру и лесотундру [Раменская, 1983]. Благодаря течению Гольфстрим атмосферный воздух на Мурмане зимой на 6–8 °С теплее, а летом на 5–6 °С прохладнее по сравнению как с центральными районами Кольского полуострова, так и с европейской лесотундрой и северной тайгой. Среднегодовая

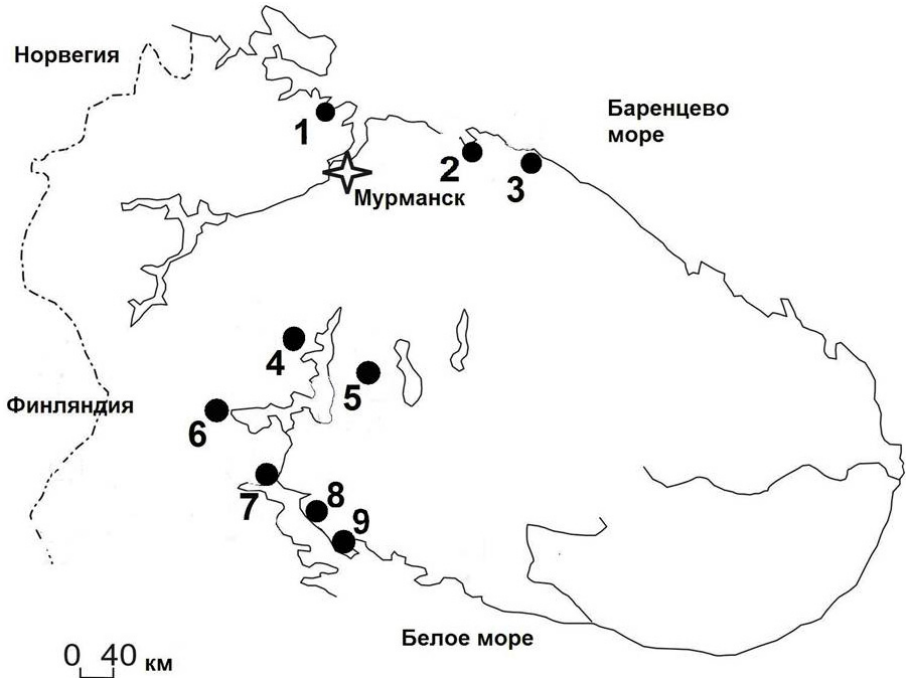


Рис. 1. Районы фаунистических исследований: 1 – пос. Видяево, горная лесотундра, 2 – пос. Териберка, горные тундра и лесотундра, 3 – пос. Дальние Зеленцы, зональная тундра, 4 – г. Мончегорск, северная тайга, импактная зона в 5 км от комбината «Североникель», 5 – Хибинский горный массив, 6 – пос. Уполокша, северная тайга, сосняки вороничные в 50 км от КАЗ, 7 – г. Кандалакша, северная тайга, импактная зона в 2 км от КАЗ, 8 – Кандалакшский заповедник, северная тайга, 9 – Терское побережье Белого моря, северная тайга, Беломорская биостанция МГУ

температура воздуха составляет ± 0,5 °С, годовая сумма осадков достигает 600–700 мм. Почвенный покров типичен для тундрово-лесотундровой подзоны: включает иллювиально-гумусовые подзолы, полугидроморфные торфяно-подзолы, гидроморфные торфяные почвы. Органогенные горизонты подзолов характеризуются высокой кислотностью (pH водной суспензии 3,7–3,9), торфяно-подзолы имеют нейтральную реакцию среды. Для всех типов почв характерно значительное содержание органического вещества, запасы которого оцениваются в 48–66 т/г, однако из-за невысоких значений микробной биомассы (0,3–0,7 т/га) тундровые почвы характеризуются низкой биогенностью [Евдокимова, Мозгова, 2001; Евдокимова и др., 2006]. Влияние Гольфстрима определяет отсутствие вечной мерзлоты на территории Мурманской области. Почвы региона, в том числе тундровой зоны, относятся к длительно (не менее 5 месяцев) сезонно промерзающим [Димо, 1972]. Максимальная продолжительность безморозного периода – 110–120 дней. Снежный покров держится около 180 дней, начиная с последней декады октября.

Остальные районы расположены в северотаежной подзоне Мурманской области, но в разных климатических условиях.

Районы 4, 6, 7 являются частью центрального климатического района, приподнятого н. у. м. на 250–350 м, удаленного от морских побережий и имеющего более континентальный климат. Среднегодовая температура воздуха на этой территории отрицательная: –0,6 °С. Осадков за год выпадает меньше – около 400 мм. Продолжительность вегетационного периода достигает 130 дней. Устойчивый снежный покров со средней высотой 40–45 см наблюдается более 190 дней в году. Преобладают подзолы иллювиально-гумусовые со средней биогенностью. Запасы органического вещества оцениваются в 50–70 т/га, запасы микробной биомассы – 0,8–1,8 т/га.

Район 4 расположен в пятикилометровой зоне от комбината цветной металлургии «Североникель» (г. Мончегорск) и представляет собой «техногенную пустошь», возникшую в результате эмиссии в атмосферу тяжелых металлов и соединений серы. Растительностью покрыто лишь 20 % территории. Почва сильно эродирована, закислена до pH ~ 3,5 и по степени загрязнения никелем занимает положение между сильно- и среднетоксичной [Евдокимова и др., 2010].

Таблица 1. Районы исследования панцирных клещей на территории Мурманской области

№	Район	Координаты	Биоценозы, почвы	Автор
		Тундрово-лесотундровая подзона		
1	Окрестности пос. Видяево	69°19′ с. ш. 32°52′ в. д.	Березняк лесотундровый кустарничково-лишайниковый на вершине скалы, 60 м н. у. м. Почвы: Al-Fe-гумусовые подзолы, торфяно-подзолы	Собственные данные
2	Окрестности пос. Териберка	69°10′ с. ш. 35°08′ в. д.	Горная тундра лишайниково- кустарничковая, горный березняк лесотундровый воронично-лишайниковый, 40–60 м н. у. м. Подзолы Al-Fe-гумусовые	
3	Окрестности пос. Дальние Зеленцы	69°07′ с. ш. 36°03′ в. д.	Тундра кустарничково-лишайниковая, 50–80 м н. у. м. Подзолы Al-Fe-гумусовые оторфованные	Криволуцкий, 1966а, б; Криволуцкий и др., 1999
		Подзона северной тайги		
4	Зона в 5 км от комбината «Североникель», г. Мончегорск	67°56′ с. ш. 32°54′ в. д.	Техногенная пустошь. Подзолы Al-Fe-гумусовые оторфованные в состоянии техногенной деградации	Собственные данные
5	Хибинский горный массив	67°10′ с. ш. 38°00′ в. д.	Гора Ловчорр. Каменистая тундра с фрагментарным лишайниково-кустарничковым покровом	Сидорчук, 2002; устное сообщение
		67°10′ с. ш. 33°12′ в. д.	Правый берег реки Малая Белая, предгорная тайга	
		67°14′ с. ш. 33°34′ в. д.	Пойма реки Тульйок, предгорная тайга	
		67°38′ с. ш. 33°39′ в. д.	Гора Вудъяврчорр, северо-восточный склон, 393 м н. у. м. Субальпийский пояс березового криволесья. Подзол иллювиально-многогумусовый	
		67°38′ с. ш. 33°39′ в. д.	Гора Вудъяврчорр, северо-восточный склон, 434 н. у. м. Горная тундра кустарничковая. Почва скрытоподзолистая иллювиально-многогумусовая оторфованная	Собственные данные
		67°38′ с. ш. 33°40′ в. д.	Гора Вудъяврчорр, южный склон. Тундра ерниковая у подножья, 324 м н. у. м	
6	Пос. Уполокша в 50 км от КАЗ	67°33′ с. ш. 31°54′ в. д.	Сосняк вороничный. Подзолы Al-Fe-гумусовые на песчаной морене	Собственные данные
7	Импактная зона в 2 км от КАЗ, г. Кандалакша	67°09′ с. ш. 32°24′ в. д.	Сосняк вороничный. Подзолы Al-Fe-гумусовые в состоянии техногенной трансформации	Собственные данные
8	Кандалакшский заповедник, о-ва Северного Архипелага	66°с. ш. 33°в. д.	Сосновые, еловые, березовые леса, наскальная растительность, приморские луга, полоса галофитов. Почвы – подзолы, торфяно-подзолы	Бызова и др., 1986
9	Терский берег Белого моря	66°34′ с. ш. 33°08′ в. д.		Криволуцкий и др., 1999

Сосняк вороничниковый в 2 км от Кандалакшского алюминиевого завода (*район 7*) подвержен длительному воздействию воздушных выбросов фтора, соединений алюминия и железа и характеризуется разреженным, поврежденным древостоем. Из-за аккумуляции минеральных веществ в подстилке величина pH повышена до 5,8–6,5. Подстилка пропитана сажей, сильно мажется при растирании. Контролем по отношению к району 7 служил сосняк вороничниковый в 50 км от алюминиевого завода (*район 6*) с типичной для зональных подзолов величиной pH подстилки, равной 4,2 [Евдокимова и др., 2005].

Хибинский горный массив (*район 5*) характеризуются специфическим микроклиматом [Яковлев, 1960]. У подножья гор склоны испытывают термическое влияние равнин. С высотой усиливается воздействие верхних слоев воздуха, снижается температура, увеличивается скорость ветра, высота снежного покрова нарастает до 3–5 м. Зимний период продлевается на 8 дней с поднятием на 100 м. Градиент осадков (в среднем 80 мм на 100 м высоты) определяет повышение влажности воздуха, частоты и интенсивности туманов и облачности. Сумма осадков за год достигает 1000 мм. Почвы Хибин подзолистого типа отличаются от зональных подзолов значительным накоплением гумуса и высокой аккумуляцией биогенных элементов [Манаков, Никонов, 1979].

В горах выражена высотная смена растительных поясов, соответствующая широтному зонированию территории Мурманской области: горно-таежный пояс на высоте 300–400 м переходит в субальпийский (горно-лесотундровый), на высоте 430–480 м сменяется альпийским (горно-тундровым) и выше 800 м – поясом арктических пустынь. Подробное описание растительности этих поясов приведено в работе И. В. Зенковой с соавт. [Зенкова и др., 2009]. Исследованы 4 местообитания: гора Вудъяврчорр (юго-западная часть Хибинского горного массива), гора Ловчорр (юго-восточная часть массива) и предгорные таежные районы на западе (правый берег реки Малая Белая) и востоке массива (пойма реки Тульйок).

Терское побережье и острова Кандалакшского заповедника на юге Кольского полу-

острова (*районы 8* и *9* соответственно) подвержены охлаждающему влиянию Белого моря. По сравнению с северным побережьем весна и лето здесь холоднее и дождливее, осень более сухая и теплая, но с ранними заморозками. Зима значительно суровее и малоснежнее, с более сильными продолжительными ветрами. Многолетняя среднегодовая температура воздуха составляет + 0,2 °С, годовая сумма осадков – 350–450 мм. В составе почвенного покрова побережья наряду с иллювиально-гумусовыми подзолами широко представлены торфяно-болотные почвы, отличающиеся высокой биогенностью в результате значительных запасов органического вещества (до 160 т/га) и микробной биомассы (до 5 т/га). На побережье и островах Белого моря почвенно-зоологическими исследованиями были охвачены все основные растительные сообщества: сосняки кустарничково-зеленомошные и лишайниковые, ельники кустарничково-зеленомошные, березняки кустарничково-разнотравные, наскальные мохово-лишайниковые подушки, приморские луга злаково-разнотравные, сфагновые болота, полоса галофитов, орнитогенная растительность [Бызова и др., 1986]. Видовые списки панцирных клещей этих районов являются наиболее полными.

Отбор образцов и обработка полевого материала

Все определенные виды панцирных клещей были извлечены из почвенных образцов размером 25 × 25 см, отобранных на глубину органогенного горизонта 0–5 (9) см, а также из образцов с растительными остатками (лесная подстилка, листья березы, хвоя сосны), заложенными в органогенный горизонт в мешочках из нейлоновой сетки с диаметром отверстий 1×1 мм. Для выгонки беспозвоночных использовали метод электропрогрева с применением эклекторов Тулльгрена [Количественные методы.., 1987]. Всего авторами собрано и обработано более 100 образцов, из которых было выгнано и определено около 19,4 тыс. экземпляров панцирных клещей.

Математическую обработку данных проводили в программе Excel. Сходство видового состава панцирных клещей в исследованных районах оценивали с помощью индекса общности Серенсена (Is). Для сравнительной оценки разнообразия видов и надвидовых таксонов использовали индекс видовой насыщенности, связывающий общее количество семейств, общее число видов и число одновидовых семейств.

Деление орибатид на экологические и фаунистические группы

Использовали трофическую классификацию, согласно которой в составе панцирных клещей выделяются группы макрофитофагов – потребителей отмершей растительности, микрофитофагов – потребителей микроскопических грибов, бактерий, водорослей, лишайников и группа неспециализированных форм или панфитофагов, питающихся как микробиотой и водорослями, так и мертвым органическим веществом [Shuester, 1956; Wallwork, 1983; Xavier, Haq, 2007].

Подразделение орибатид на жизненные формы проводили в соответствии с классификацией Д. А. Криволуцкого, в рамках которой выделяются обитатели поверхности почвы, обитатели мелких почвенных скважин, обитатели толщи подстилки, глубокопочвенные, неспециализированные и гидробионтные виды [Криволуцкий и др., 1990]. Типы ареалов панцирных клещей приведены в соответствии с системой Субиаса [Subias, 2008].

Результаты и обсуждение

Таксономическое и экологическое разнообразие панцирных клещей Мурманской области

В результате обобщения литературных данных и итогов собственных исследований зональных, горных и техногенно нарушенных почв список орибатид тундровой зоны Мурманской области насчитывает 101 вид, 56 родов, 24 семейства, а северотаежной подзоны – 216 видов, 100 родов, 47 семейств. Общий список почвообитающих панцирных клещей региона расширен до 250 видов, 103 родов, 48 семейств (табл. 2). Для сравнения укажем, что «прогнозное» видовое разнообразие конкретных фаун орибатид этого заполярного региона оценено в 100–200 видов [Криволуцкий и др., 1999; Зайцев, 2001].

В зоогеографическом отношении в Мурманской области преобладают виды с обширными ареалами – голаркты (52 % всех видов) и палеаркты (38); доля европейских видов и космополитов незначительна: 6 и 5 % соответственно. Сходное соотношение видов орибатид с указанными ареалами характерно для Европейского Севера России в целом: на долю голарктических видов приходится 56 %, палеарктических – 27, космополитов и полукосмополитов – 11, европейских видов – 4 % [Мелехина, 2009].

Таблица 2. Таксономическое разнообразие панцирных клещей Мурманской области

Семейство	Род	Вид
Низшие орибатиды (Macropylina) (Hull 1918)		
Paleacaridae (Grandjean 1932)	Palaeacarus (Trägårdh 1932)	*P. kamenskii* (Zachvatkin 1945): 8, 9
Brachychthoniidae (Thor 1934)	Brachychthonius (Berlese 1910)	*B. berlesei* (Willmann 1928): 8, 9
	Eobrachychthonius (Jacot 1936)	*E. borealis* (Forsslund 1942): 3, 9
		E. latior (Berlese 1910): 8, 9
		E. oudemansi (van der Hammen 1952): 8, 9
	Liochthonius (van der Hammen 1959)	*L. alpestris* (Forsslund 1958): 3, 9
		L. brevis (Michael 1888): 3, 8, 9
		L. clavatus (Forsslund 1942): 3
		L. hystricinus (Forsslund 1942): 9
		L. laetepictus (Berlese 1910): 3
		L. lapponicus (Trägårdh 1910): 3, 9
		L. muscorum (Forsslund 1964): 3
		L. sellnicki (Thor 1930): 3, 5, 9
	Neobrachychthonius (Moritz 1976)	*N. marginatus* (Forsslund 1942): 3, 9
	Sellnickochthonius (Krivolutsky 1964)	*S. borealis* (Krivolutsky 1965): 9
		S. cricoides (Weis-Fogh 1948): 9
		S. jacoti (Evans 1952): 9
		S. jugatus (Jacot 1938): 9
		S. zelawaiensis (Sellnick 1930): 3
Hypochthoniidae (Berlese 1910)	Hypochthonius (C.L. Koch 1836)	*H. rufulus* (C.L. Koch 1835): 5, 8, 9
Eniochthoniidae (Grandjean 1947)	Eniochthonius (Grandjean 1933)	*E. minutissimus* (Berlese 1903): 8, 9
Parhypochthoniidae (Grandjean 1932)	Parhypochthonius (Berlese 1904)	*P. aphidinus* (Berlese 1904): 7
Eulohmanniidae (Grandjean 1931)	Eulohmannia (Berlese 1910)	*E. ribagai* (Berlese 1910): 5, 8, 9
Phthiracaridae (Perty 1841)	Phthiracarus (Perty 1841)	*Ph. anonymus* (Grandjean 1933): 1
		Ph. borealis (Trägårdh 1910): 3, 8, 9
		Ph. crenophilus (Willmann 1951): 2
		Ph. globosus (C.L. Koch 1841): 8, 9
		Ph. laevigatus (C.L. Koch 1844): 2, 6, 9
		Ph. longulus (C.L. Koch 1841): 9
		Ph. piger (Scopoli 1763): 6, 9
		Ph. stramineus (C.L. Koch 1841): 3
	Atropacarus (Ewing 1917)	*A. striculus* (C.L. Koch 1835): 2, 3, 6, 7, 9
	Steganacarus (Ewing 1917)	*S.* (*Tropacarus*) *carinatus* (C.L. Koch 1841): 9
Euphthiracaridae (Jacot 1930)	Euphthiracarus (Ewing 1917)	*E. cribrarius* (Berlese 1904): 7, 8, 9
		E. monodactylus (Willmann 1919): 6
	Mesotritia (Forsslund 1963)	*M. flagelliformis* (Ewing 1909): 7
		M. nuda (Berlese 1887): 3
	Microtritia (Märkel 1964)	*M. minima* (Berlese 1904): 9
	Oribotritia (Jacot 1925)	*O. berlesei* (Michael 1898): 8, 9
		O. decumana (C.L. Koch 1835): 8
		O. fennica (Forsslund et Märkel 1963): 9
	Rhysotritia (Märkel et Meyer 1959)	*Rh. ardua* (C.L. Koch 1841): 9
		Rh. duplicate (Grandjean 1953): 2, 8, 9
		Rh. loricata (Rathke 1799): 3
Malaconothridae (Berlese 1916)	Malaconothrus (Berlese 1904)	*M. monodactilus* (Michael 1888): 8, 9
	Trimalaconothrus (Berlese 1916)	*T. major* (Berlese 1910): 8, 9
Trhypochthoniidae (Willmann 1931)	Trhypochthonius (Berlese 1904)	*T. cladonicola* (Willmann 1919): 7
		T. tectorum (Berlese 1896): 5, 8, 9
	Trhypochthoniellus (Berlese 1904)	*T. longisetus* (Berlese 1904): 3
Nothridae (Berlese 1896)	Nothrus (C.L. Koch 1836)	*N. anauniensis* (Canestrini et Fanzago 1876): 3, 9
		N. biciliatus (C.L. Koch 1841): 9
		N. borussicus (Sellnick 1928): 3, 4, 8, 9
		N. palustris (C.L. Koch 1839): 8, 9
		N. pratensis (Sellnick 1928): 2, 8, 9
		N. silvestris (Nicolet 1855): 4, 9
Camisiidae (Oudemans 1900)	Camisia (von Heyden 1826)	*C. biverrucata* (C.L. Koch 1839): 8, 9
		C. biurus (C.L. Koch 1839): 2, 3, 5, 7, 8, 9
		C. horrida (Hermann 1804): 4, 9
		C. lapponica (Trägårdh 1910): 3, 5, 8, 9
		C. spinifer (C.L. Koch 1835): 5, 7, 9
	Heminothrus (Berlese 1913)	*H. longisetosus* (Willmann 1925): 2, 4, 5 ,6, 8, 9
		H. septentrionalis (Sellnick 1944): 5
		H. paolianus (Berlese 1913): 2, 9
	Neonothrus (Forsslund 1955)	*N. humicolus* (Forsslund 1955): 5, 6, 7, 8, 9
	Platynothrus (Berlese 1913)	*P. peltifer* (C.L. Koch 1839): 3, 8, 9
		P. punctatus (L. Koch 1879): 5, 8, 9
Nanhermanniidae (Sellnick 1928)	Nanhermannia (Berlese 1913)	*N. dorsalis* (Banks 1896) (=*N. coronata* (Berlese 1913)): 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9
		N. nana (Nicolet 1855): 3, 9
		N. sellnicki (Forsslund 1958): 5
Hermanniidae (Sellnick 1928)	Hermannia (Nicolet 1855)	*H. intermedia* (Woas 1979): 9
		H. gibba (C.L.Koch, 1840): 1
		H. reticulata (Thorell 1871): 2, 9
		H. subglabra (Berlese 1910): 3, 8, 9

Продолжение табл. 2

Семейство	Род	Вид
Высшие орибатиды (Brachypylina) (Hull 1918)		
Hermanniellidae (Grandjean 1934)	Hermanniella (Berlese 1908)	*H. picea* (C.L. Koch 1839): 3
Damaeidae (Berlese 1896)	Damaeus (C.L. Koch 1835)	*D. auritus* (C.L. Koch 1835): 3
		D. riparius (Nicolet 1855): 9
	Belba (von Heyden 1826)	*B. compta* (Kulczynski 1902): 2, 3, 8, 9
		B. corynopus (Hermann 1804): 8, 9
		B. rossica (Bulanova-Zachvatkina 1962): 8, 8
		B. ursina (Thor 1930): 3
		Belba sp.: 5, 6, 7
	Epidamaeus (Bulanova-Zachvatkina 1957)	*E. affinis* (Bulanova-Zachvatkina 1957): 8, 9
		E. bituberculatus (Kulczynski 1902): 8, 9
		E. kamaensis (Sellnick 1925): 9
		E. karelicus (Bulanova-Zachvatkina 1957): 8, 9
		E. longitarsalis (Hammer 1952): 9
		E. tatricus (Kulczynski 1902): 2
		Epidamaeus sp.: 5, 6, 7
	Kunstidamaeus (Miko 2006)	*K. nidicola* (Willmann 1936): 3
		K. tecticola (Michael 1888): 3
	Metabelba (Grandjean 1936)	*M. papillipes* (Nicolet 1855): 9
		M. pulverulenta (C.L. Koch 1839): 3
		Metabelba sp.: 5, 8
	Metabelba (Parametabelba) (Mihelčič 1964)	*M.* (=*Parametabelba*) *sphagni* (Strenzke 1950): 9
Cepheidae (Berlese 1896)	Cepheus (C.L. Koch 1835)	*C. cepheiformis* (Nicolet 1855): 8, 9
Eremaeidae (Sellnick 1928)	Eueremaeus (Mihelčič 1963)	*E. oblongus* (C.L. Koch 1835): 4, 5, 8, 9
		E. silvestris (Forsslund 1957): 6, 9
Tenuialidae (Jacot 1929)	Hafenrefferia (Oudemans 1906)	*H. gilvipes* (C.L. Koch 1839): 9
Astegistidae (Balogh 1961)	Astegistes (Hull 1916)	*A. pilosus* (C.L. Koch 1840): 3, 9
	Cultroribula (Berlese 1905)	*C. bicultrata* (Berlese 1905): 8, 9
		C. dentata (Willmann 1950): 9
	Furcoribula (Balogh 1943)	*F. furcillata* (Nordenskiold 1901): 7, 8, 9
Liacaridae (Sellnick 1928)	Liacarus (Michael 1898)	*L. coracinus* (C.L. Koch 1840): 9
		L. tremellae (L. 1761): 8, 9
		L. xylariae (Schrank 1803): 9
		L. vombi (Dalenius 1950): 8
		Liacaridae sp.: 2
	Adoristes (Hull 1916)	*A. ovatus* (L.C. Koch 1839): 2, 3, 5, 6, 7, 9
		A. poppei (Oudemans 1906): 3, 6, 7, 8, 9
	Procorynetes (Wooley 1969)	*P. nigerrimus* (Wooley 1969): 8, 9
	Rhaphidosus (Wooley 1969)	*Rh. aciminatus* (Wooley 1969): 8, 9
	Xenillus (Robineau-Desvoidy 1839)	*X. clypeator* (Robineau-Desvoidy 1839): 3
		X. tegeocranus (Hermann 1804): 8, 9
Peloppiidae (Balogh 1943)	Ceratoppia (Berlese 1908)	*C. bipilis* (Hermann 18040): 8, 9
		C. quadridentata (Haller 1882): 6, 9
		C. sphaerica (L. Koch 1879): 5, 9
Carabodidae (C.L. Koch 1837)	Carabodes (C.L. Koch 1835)	*C. areolatus* (Berlese 1916): 3, 5, 7, 8, 9
		C. coriaceus (C.L. Koch 1835): 6
		C. femoralis (Nicolet 1855): 5, 8, 9
		C. forsslundi (Sellnick 1953): 1, 2
		C. labyrinthicus (Michael 1879): 2, 3, 4, 5, 6, 9
		C. marginatus (Michael 1884): 3, 6, 7, 8, 9
		C. minusculus (Berlese 1923): 1
		C. ornatus (Štorkán 1925): 3, 6, 9
		C. pulcher (Bernini 1976): 9
		C. reticulatus (Berlese 1913): 4, 6
		C. rugosior (Berlese 1916): 8, 9
		C. subarcticus (Trägårdh 1902): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9
		C. tenius (Forsslund 1953): 9
Tectocepheidae (Grandjean 1954)	Tectocepheus (Berlese 1896)	*T. minor* (Berlese 1903): 9
		T. velatus (Michael 1880): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
		T. velatus sarekensis (Trägårdh 1910): 5, 9
Quadroppiidae (Balogh 1983)	Quadroppia (Jacot 1939)	*Q. quadricarinata* (Michael 1885): 2, 8, 9
Oppiidae (Grandjean 1954)	Berniniella (Balogh 1983)	*B. bicarinata* (Paoli 1908): 8, 9
	Dissorhina (Hull 1916)	*D. ornata* (Oudemans 1900): 2, 3, 8, 9
	Lauroppia (Subias y Minguez 1986)	*L. falcata* (Paoli 1908): 3, 8
		L. fallax var. *obsoleta* (Paoli 1908): 3, 9
	Medioppia (Subias y Minguez 1985)	*M. globosa* (Mihelčič 1956): 7
		M. subpectinata (Oudemans 1900): 3
	Microppia (Balogh 1983)	*M. minus* (Paoli 1908): 4, 7, 8, 9
		M. tuberculata (Bul.-Zakhvatkina 1964): 8
	Moritzoppia (Subias et Robrigues 1988)	*M. keilbachi* (Moritz 1969): 8, 9
		M. splendens(C.L. Koch 1841): 5, 9
		M. translamellata (Wilmann 1923): 2, 3, 8, 9
		M. unicarinata (Paoli 1908): 6, 7, 8
	Moritzoppiella (Gordeeva 2000)	*M. neerlandica* (Oudemans 1900): 3, 7, 8, 9

Семейство	Род	Вид
	Multoppia (Hammer 1961)	*Multoppia sp.*: 8, 9
	Oppiella (Jacot 1937)	*O. maritima* (Willmann 1929): 8, 9
		O. nova (Oudemans 1902): 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Subiasella (Balogh 1983)	*S. quadrimaculata* (Evans 1952): 8, 9
Suctobelbidae (Jacot 1938)	Suctobelba (Paoli 1908)	*Suctobelba sp.*: 3
	Suctobelbella (Jacot 1937)	*S. acutidens* (Forsslund 1941): 3, 6, 7, 9
		S. alloenasuta (Moritz 1971): 6
		S. baloghi (Forsslund 1958): 6
		S. falcata (Forsslund 19419): 6, 7, 9
		S. forsslundi (Strenzke 1950): 6, 7, 9
		S. hammeri (Krivolutsky 1966): 2, 6, 7, 9
		S. latirostris (Strenzke 1950): 1, 7
		S. longirostris (Forsslund 1941): 3
		S. palustris (Forsslund 1953): 2, 3, 4, 6, 9
		S. perforata (Strenzke 1950): 7, 9
		S. singularis (Strenzke 1950): 6, 7
		S. subcornigera (Forsslund 1941): 3, 9
		S. subtrigona (Oudemans 1900): 6, 7
		S. tuberculata (Strenzke 1950): 9
Autognetidae (Grandjean 1960)	Autogneta (Hull 1916)	*A. longilamellata* (Michael 1885): 5, 8, 9
		A. parva (Forsslund 1947): 7, 8, 9
	Conchogneta (Grandjean 1963)	*C. willmanni* (Dyrdowska 1929): 8
		C. traegardhi (Forsslund 1947): 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9
Thyrisomidae (Grandjean 1954)	Banksinoma (Oudemans 1900)	*B. lanceolata* (Michael 1885): 8, 9
	Montizetes (Kunst 1971)	*M. alpestris* (Willmann 1929): 8, 9
	Pantelozetes (Berlese 1908)	*P. paolii* (Oudemans 1913): 8, 9
Hydrozetidae (Grandjean 1954)	Hydrozetes (Berlese 1902)	*H. thienemanni* (Strenzke 1943): 9
Limnozetidae (Grandjean 1954)	Limnozetes (Hull 1916)	*L. ciliatus* (Schrank 1803): 3
		L. rugosus (Sellnick 1923): 3, 9
		L. sphagni (Michael 1884): 3, 9
Ameronothridae (Willmann 1931)	Ameronothrus (Berlese 1896)	*A. bilineatus* (Michael 1888): 8, 9
		A. dubinini (Sitnikova 1975): 3, 9
		A. laponicus (Dalenius 1963): 3
		A. lineatus (Throell 1871): 8, 9
		A. maculatus (Michael 1882): 5, 8, 9
		A. nidicola (Sitnikova 1975): 8, 9
		A. nigrofemoratus (L. Koch 1879): 8, 9
		Ameronothrus sp.: 8
Cymbaeremaeidae (Sellnick 1928)	Cymbaeremaeus (Berlese 1896)	*C. cymba* (Nicolet 1855): 8, 9
Micreremidae (Grandjean 1954)	Micreremus (Berlese 1908)	*M. brevipes* (Michael 1888): 9
		M. gracilior (Willmann 1931): 9
Scutoverticidae (Grandjean 1954)	Scutovertex (Michael 1879)	*S. perforatus* (Sitnikova 1975): 7, 8, 9
		S. sculptus (Michael 1879): 8, 9
Haplozetidae (Grandjean 1954)	Protoribates (Berlese 1908)	*P. capucinus* (Berlese 1908): 5
Phenopelopidae (Petrunkevitch 1955)	Eupelops (Ewing 1917)	*E. acromios* (Hermann 1804): 2
		E. geminus (Berlese 1916): 3
		E. occultus (C.L. Koch 1836): 4, 6, 7, 9
		E. planicornis (Schrank 1803): 3, 8 , 9
		E. torulosus (C.L. Koch 1836): 3, 5, 9
		E. ureaceus (C.L. Koch 1840): 9
		E. auriticus (C.L. Koch 1840): 5
Achipteriidae (Thor 1929)	Achipteria (Berles 1885)	*A. coleoptrata* (Linneus 1758): 6, 7
		A. nitens (Nicolet 1855): 8, 9
	Parachipteria (van der Hammen 1952)	*P. punctata* (Nicolet 1855): 5, 8, 9
Tegoribatidae (Grandjean 1954)	Tegoribates (Ewing 1917)	*T. latirostris* (C.L. Koch 1839): 8, 9
Oribatellidae (Jacot 1925)	Oribatella (Banks 1895)	*O. berlesei* (Michael 1898): 5, 9
		O. calcarata (C.L. Koch 1835): 9
		O. sexdentata (Berlese 1916): 9
Galumnidae (Jacot 1925)	Galumna (von Heyden 1826)	*G. lanceata* (Oudemans 1900): 3, 8, 9
		G. rossica (Sellnick 1926): 3, 8, 9
	Pergalumna (Grandjean 1936)	*P. dorsalis* (C.L. Koch 1841): 6, 7
		P. nervosa (Berlese 1914): 6, 8, 9
		P. willmanni (Zachvatkin 1953): 8, 9
	Pilogalumna (Grandjean 1956)	*P. tenuiclava* (Berlese 1908): 3, 9
Ceratozetidae (Jacot 1925)	Ceratozetes (Berlese 1908)	*C. gracilis* (Michael 1884): 3, 9
		C. mediocris (Berlese 1908): 9
	Ceratozetella (Shaldybina 1966)	*C. sellnicki* (Rajski 1958): 9
		C. thienemanni (Willmann 1943): 2, 5, 8, 9
		Ceratozetella sp.: 5
	Diapterobates (Grandjean 1936)	*D. humeralis* (Hermann 1804): 2, 9
		Diapterobates sp.: 4
	Edwardzetes (Berlese 1914)	*E. edwardsi* (Nicolet 1855): 1, 3, 5, 7, 8, 9
	Fuscozetes (Sellnick 1928)	*F. fuscipes* (C.L. Koch 1844): 8, 9
	Latilamellobates (Shaldybina 1971)	*L. incisellus* (Kramer 1897): 3, 8, 9
	Melanozetes (Hull 1916)	*M. mollicomus* (C.L. Koch 1839): 1, 3, 5, 8
		M. sellnicki (Hammer 1952): 3

Окончание табл. 2

Семейство	Род	Вид
	Sphaerozetes (Berlese 1885)	*S. arcticus* (Hammer 1952): 9
		S. piriformis (Nicolet 1855): 3, 9
	Trichoribates (Berlese 1910)	*T. novus* (Sellnick 1928): 8
		T. oxypterus (Berlese 1910): 8, 9
		T. trimaculatus (C.L. Koch 1836): 3, 8, 9
Chamobatidae (Thor 1938)	Chamobates (Hull 1916)	*Ch. birulai* (Kulczynski 1902): 3
		Ch. borealis (Trägårdh 1902): 1, 4, 6, 7, 8, 9
		Ch. cuspidatiformis (Trägårdh 1904): 3
		Ch. schuetzi (Oudemans 1902): 2
		Ch. voigtsi (Oudemans 1902): 8, 9
Mycobatidae (Grandjean 1954)	Zachvatkinibates (Shaldybina 1973)	*Z. quadrivertex* (Halbert 1920): 8, 9
(Punctoribatidae (Thor 1937))	Mycobates (Hull 1916)	*M. tridactylus* (Willmann 1929): 2, 5
Euzetidae (Grandjean 1954)	Euzetes (Berlese 1908)	*E. seminulum* (Müller 1776): 9
Parakalummidae (Grandjean 1936)	Neoribates (Berlese 1914)	*N. aurantiacus* (Oudemans 1914): 8
		N. roubali (Berlese 1910): 8, 9
	Protokalumma (Jacot 1929)	*Protokalumma sp.*: 9
Scheloribatidae (Grandjean 1953)	Scheloribates (Berlese 1908)	*S. laevigatus* (C.L. Koch 1835): 4, 7, 8, 9
		S. latipes (C.L. Koch 1844): 8, 9
		S. pallidulus (C.L. Koch 1841): 8, 9
		Scheloribates sp.: 5
	Hemileius (Berlese 1916)	*H. initialis* (Berlese 1908): 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
		Hemileius sp.: 5
	Liebstadia (Oudemans 1906)	*L. similis* (Michael 1888): 2, 3, 5, 8, 9
		L. pannonica (Willmann 1951): 3
	Paraleius (Travé 1960)	*P. leontonychus* (Berlese 1910): 7
Oribatulidae (Thor 1929)	Oribatula (Berlese 1895)	*O. tibialis* (Nicolet 1855): 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
	Zygoribatula (Berlese 1916)	*Z. exilis* (Nicolet 1855): 3, 5, 8, 9
		Z. undulata (Berlese 1916): 8, 9
48 семейств	103 рода	250 видов, 1 подвид

Примечание. Обозначение районов 1–9 – как на рис. 1. В списке надсемейства, семейства и роды выстроены по Вайгманну [Weigmann, 2006], система семейства Oppiidae дана по Субиасу [Subias, 2008].

В таксономическом плане основу региональной орибатофауны формируют высшие панцирные клещи (Brachypylina). Разнообразие низших орибатид (Macropylina) примерно в 2,5 раза ниже как на уровне видов, так надвидовых таксонов – родов и семейств.

Около 40 % видов региональной фауны орибатид представлены поверхностно обитающими формами, по 17 % приходится на обитателей толщи подстилки и почвенных скважин. Подобное соотношение жизненных форм соответствует «карликовости» почв Мурманской области: малой мощности подстилки и укороченному почвенному профилю.

Основываясь на том, что в зональных подзолах Кольского Севера в процессах биотрансформации органического вещества ведущую роль играет грибной компонент микробиоты по сравнению с бактериальным [Евдокимова, Мозгова, 2001], можно предположить, что среди орибатид преобладает трофическая группа микофагов. Однако 70 % видов региональной орибатофауны являются панфитофагами.

Сравнение фауны орибатид зональных типов почв

Наблюдаются зональные различия таксономического разнообразия панцирных клещей в пределах территории Мурманской области: в северотаежной подзоне количество видов и надвидовых таксонов в 2,5 раза больше по сравнению с тундрой. Доля семейств, родов и видов орибатид в тундровых почвах составляет лишь 40–54 % от общего разнообразия региональной орибатофауны, а в северотаежных подзолах возрастает до 86–98 %, главным образом за счет лучшей представленности высших орибатид. Общими для Кольской тундры и тайги являются 60 видов из 30 семейств. Степень сходства комплексов панцирных клещей на видовом уровне ниже, чем на уровне семейств (Is равен 40 и 85 % соответственно), что отражает большую специализацию видов к условиям среды по сравнению с таксонами высших рангов.

Несколько обособлены в фаунистическом отношении сообщества панцирных клещей на побережье Баренцева моря в окрестностях населенных пунктов Видяево и Териберка (*районы 1, 2*). При экологической оценке территории предполагаемого строительства завода по сжижению газа Штокмановского газоконденсатного месторождения [Евдокимова и др., 2006] в почвах этих районов выявлены виды орибатид, новые для Кольской тундры. В *районе 1* в подзолах лесотундровых под березняками воронично-лишайниковыми определено 15 видов, принадлежащих к 12 родам, 12 семействам. В горно-тундровых и лесотундровых подзолах в *районе 2* выявлено 27 видов из 24 родов, 19 семейств (см. табл. 2). При общем доминировании *Tectocepheus velatus* – наиболее эврибиотного вида орибатид, найдено

несколько интересных экземпляров, чей таксономический статус еще требует уточнения. Предположительно, в этих районах возможно проникновение панцирных клещей, характерных для атлантического побережья Европы.

Треть всех семейств орибатид, в том числе 27 % среди Brachypylina и 35 % среди Macropylina, на территории Мурманской области представлены единственным видом клещей, при этом лишь одно семейство Eulohmanniidae является монотипическим в мировой фауне. Еще 30 % семейств включают по 2–3 вида. Доля наиболее многовидовых таксонов, насчитывающих по 13–20 видов (Damaeidae, Brachychthoniidae, Oppiidae, Ceratozetidae, Suctobelbidae, Carabodidae), составляет лишь 12 %, при этом они объединяют 40 % видового состава региональной фауны орибатид. Перечисленные семейства формируют основу таксономического разнообразия панцирных клещей как в северотаежных, так и в тундровых почвах Мурманской области, однако в тундровой зоне число видов в каждом из них в 1,5–2,5 раза ниже. Разница в количестве видов для маловидовых семейств, объединяющих от 2 до 11 видов, достигает между зонами 4-х раз (рис. 2).

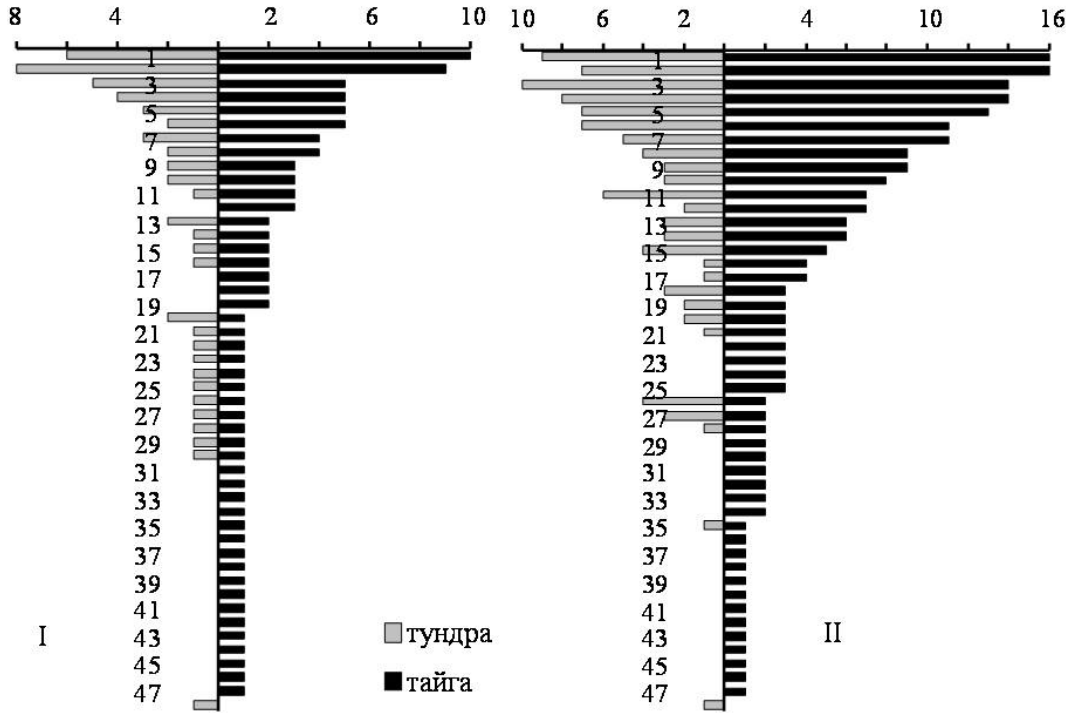


Рис. 2. Насыщенность семейств орибатид родами (I) и видами (II) в северотаежных и тундровых почвах Мурманской области:

Семейства: I. 1 – Oppiidae, 2 – Ceratozetidae, 3 – Damaeidae, 4 – Brachychthoniidae, 5 – Liacaridae, 6 – Euphthiracaridae, 7 – Camisiidae, 8 – Scheloribatidae, 9 – Galumnidae, 10 – Phthiracaridae, 11 – Astegistidae, 12 – Thyrisomidae, 13 – Oribatulidae, 14 – Autognetidae, 15 – Mycobatidae, 16 – Trhypochthoniidae, 17 – Achipteriidae, 18 – Parakalummidae, 19 – Malaconothridae, 20 – Suctobelbidae, 21 – Ameronothridea, 22 – Carabodidae, 23 – Chamobatidae, 24 – Hermanniidae, 25 – Limnozetidae, 26 – Nanhermanniidae, 27 – Nothridae, 28 – Phenopelopidae, 29 – Quadroppiidae, 30 – Tectocepheidae, 31 – Cepheidae, 32 – Hypochthoniidae, 33 – Micreremidae, 34 – Hydrozetidae, 35 – Cymbaeremaeidae, 36 – Oribatellidae, 37 – Paleacaridae, 38 – Peloppiidae, 39 – Eniochthoniidae, 40 – Eremaeidae, 41 – Scutoverticidae, 42 – Eulohmanniidae, 43 – Tegoribatidae, 44 – Tenuialidae, 45 – Haplozetidae, 46 – Euzetidae, 47 – Parhypochthoniidae, 48 – Hermanniellidae

II. 1 – Ceratozetidae, 2 – Oppiidae, 3 – Brachychthoniidae, 4 – Damaeidae, 5 – Suctobelbidae, 6 – Carabodidae, 7 – Camisiidae, 8 – Liacaridae, 9 – Euphthiracaridae, 10 – Scheloribatidae, 11 – Phthiracaridae, 12 – Ameronothridea, 13 – Galumnidae, 14 – Nothridae, 15 – Phenopelopidae, 16 – Astegistidae, 17 – Autognetidae, 18 – Hermanniidae, 19 – Oribatulidae, 20 – Nanhermanniidae, 21 – Tectocepheidae, 22 – Oribatellidae, 23 – Parakalummidae, 24 – Peloppiidae, 25 – Thyrisomidae, 26 – Chamobatidae, 27 – Limnozetidae, 28 – Trhypochthoniidae, 29 – Malaconothridae, 30 – Micreremidae, 31 – Scutoverticidae, 32 – Eremaeidae, 33 – Achipteriidae, 34 – Mycobatidae, 35 – Quadroppiidae, 36 – Haplozetidae, 37 – Eniochthoniidae, 38 – Eulohmanniidae, 39 – Euzetidae, 40 – Hydrozetidae, 41 – Hypochthoniidae, 42 – Paleacaridae, 43 – Cymbaeremaeidae, 44 – Tegoribatidae, 45 – Tenuialidae, 46 – Cepheidae, 47 – Parhypochthoniidae, 48 – Hermanniellidae

Соотношение одно-, мало- и многовидовых семейств орибатид в почвах обеих зон отражает перестройку структуры фауны орибатид с увеличением широты местности: снижение доли одновидовых и многовидовых семейств и возрастание доли двух- и трехвидовых таксонов на фоне обеднения видового состава в каждой из трех категорий семейств (табл. 3).

Таблица 3. Соотношение одно-, мало- и многовидовых семейств панцирных клещей в почвах Мурманской области и Республики Карелия

Семейства	Республика Карелия, средняя тайга [Ласкова, 2001]		Мурманская область					
			Подзона северной тайги		Тундрово-лесотундровая зона		Область в целом	
	Кол-во сем.	Доля, %	Кол-во сем.	Доля, %	Кол-во сем.	Доля, %	Кол-во сем.	Доля, %
Одновидовые	16	33	13	28	6	23	14	29
Маловидовые (2–11 видов),	28	57	29	62	20	77	29	60
в т.ч. 2–3 видовые	15	31	17	36	9	35	15	31
Многовидовые (13–20 видов)	5	10	5	10	0	0	5	10
Всего семейств	49	100	47	100	26	100	48	100

Тенденция уменьшения числа одновидовых семейств в широтном направлении еще более показательна при сравнении видовых списков орибатид Мурманской области и граничащей с ней с юга Республики Карелия, территория которой расположена в подзонах северной и средней тайги (61–66° с. ш.). В последний список панцирных клещей Карелии включено 207 видов [Ласкова, 2001], которые по используемой нами системе относятся к 49 семействам. На долю семейств орибатид, представленных в республике единственным видом, приходится 33 %. Семь из них (Liodidae, Gymnodamaeidae, Ctenobelbidae, Damaeolidae, Eremobelbidae, Gustaviidae, Zetomimidae) отсутствуют в Мурманской области.

Семейства панцирных клещей, многовидовые в почвах Мурманской области, преобладают по количеству видов в Карелии и являются наиболее богатыми в видовом отношении в мировой фауне. Общее число видов орибатид, населяющих почвы Кольского Заполярья, составляет лишь 19 % от видового разнообразия этих клещей в фауне России.

Фауна орибатид в почвах горных областей

Согласно устному сообщению Е. А. Сидорчук, в пределах Хибинского горного массива (*район 5*) обнаружено 33 вида панцирных клещей из 30 родов, 21 семейства (определено Д. А. Криволуцким). Из них в горно-таежном поясе западной части массива (пойма реки Малая Белая) встречено 23 вида из 16 семейств, в восточной части (пойма реки Тульйок) – 16 видов из 13 семейств. В каменистой тундре на западном склоне кара озера Ловчорр найдено 12 видов из 10 семейств при доминировании *Tectocepheus velatus* и *Edwardzetes edwarsi.* Здесь обнаружены единичные экземпляры *Mycobates tridactylus* – вида, узкоспециализированного к обитанию в лишайниках, произрастающих на открытых пространствах выше границы леса. В таксономически бедных сообществах орибатид этих ландшафтов *Mycobates tridactylus* занимает доминирующее положение [Materna, 2000]. Среди исследованных районов Мурманской области этот вид обнаружен только в тундровых почвах в окрестностях пос. Териберка.

В почвах со склонов горы Вудъяврчорр нами найдено 24 вида крупных орибатид, принадлежащих к 15 родам, 10 семействам. В том числе: на участке ерниковой тундры у подножья склона южной экспозиции – 13 видов из 10 родов, 9 семейств; на склоне северо-восточной экспозиции в субальпийском поясе – 15 видов, 11 родов, 7 семейств, а в альпийском поясе – 15 видов, 10 родов, 7 семейств. Таким образом, список панцирных клещей Хибинского горного массива, обобщенный по 6 исследованным биоценозам, включает 46 видов из 37 родов, 25 семейств.

Сообщества орибатид техногенно трансформированных почв

В ходе зоологических исследований лесных подзолов, хронически загрязняемых выбросами крупных промышленных предприятий Мурманской области – комбината цветной металлургии «Североникель» и Кандалакшского алюминиевого завода (КАЗ), нами выявлены виды панцирных клещей, ранее не указанные для этого заполярного региона. Частично эти материалы опубликованы [Евдокимова и др., 2005; Зенкова, 2007].

В зоне максимального загрязнения в 2 км от КАЗ (*район 7*) в органогенном горизонте почвы выявлено 26 видов из 16 семейств, а с учетом заложенных в почву опытных образцов с растительными остатками – 42 вида орибатид из 32 родов, относящихся к 22 семействам. Доминировал вид *Oppiella nova*, что типично для антропогенно нарушенных ландшафтов: самозарастающих отвалов горных карьеров, почв, загрязненных разливами нефти, пахотных угодий, участков бывших торфоразработок, а также вулканогенных территорий [Чистяков, 1974; Артемьева, 1984; Рябинин, Паньков, 1986, 1987, 2005, 2009; Рябинин, 2003; Эитминавичюте, Матусявичюте, 2009]. В подстилке контрольного

сосняка в 50 км от завода (*район 6*) в те же сроки обнаружено 30 видов из 16 семейств при доминировании видов *Tectocepheus velatus* и *Scheloribates confundatus*. Общими для загрязненного и фонового районов оказались лишь 12 видов из 11 семейств [Евдокимова и др., 2005; Зенкова, 2007].

Воздействие выбросов медно-никелевого производства на почвенную фауну является более жестким по сравнению с эмиссией алюминиевого завода: в зоне техногенной пустоши в 5 км от комбината «Североникель» (*район 4*) отмечено всего 12 видов орибатид, принадлежащих к 12 родам из 11 семейств. Следовательно, каждое семейство представлено одним родом и единственным видом. Подобная структура комплекса панцирных клещей соответствует организации сообществ почвообитающих беспозвоночных, находящихся за пределами экологического оптимума [Ганин, 2006, 2009].

В окрестностях промышленных предприятий, функционирующих в лесной зоне Мурманской области, разнообразие панцирных клещей оказывается ниже, чем в экосистемах зональных тундр. Индекс видовой насыщенности таксонов достигает наименьших значений для техногенно нарушенных подзолов (2,0–3,0) по сравнению с естественными почвами в пределах северотаежной подзоны и тундровой зоны (3,5–5,5). При степени сходства видового состава панцирных клещей, равной 19 % для почв в окрестностях алюминиевого завода и медно-никелевого комбината, комплексы орибатид в импактных зонах этих предприятий ближе к зональным и горным тундрам (Is = 15–21 %), чем к таежным подзолам (Is = 7–17 %). Это свидетельствует о большем стрессирующем воздействии фактора техногенной трансформации почв на разнообразие фауны панцирных клещей по сравнению с экстремальными природно-климатическими условиями Кольского Севера.

Выводы

В результате проведенных собственных исследований фаунистический список почвообитающих панцирных клещей Мурманской области увеличился в 1,5 раза. Теперь он содержит 250 видов из 103 родов, относящихся к 48 семействам, что составляет 19 % от известного видового разнообразия этих клещей в фауне России.

Основу региональной фауны формируют виды с обширными голарктическими и палеарктическими ареалами. Более половины семейств представлены малым числом видов, треть из них – единственным видом панцирных клещей, что может свидетельствовать о процессе колонизации территории Кольского Севера наиболее экологически пластичными и широко распространенными видами отдельных таксонов. К числу многовидовых относятся те же семейства, которые характеризуются наибольшим разнообразием видов в мировой фауне орибатид.

Граница сообществ орибатид лесов и тундры хорошо прослеживается в пределах Мурманской области. Вдоль нее (при продвижении на север) происходит сокращение разнообразия панцирных клещей на уровнях видов, родов и семейств приблизительно в 2,5 раза, а также существенное уменьшение доли одновидовых и многовидовых семейств и относительное увеличение доли маловидовых семейств.

В зоне влияния промышленных предприятий, расположенных в лесной зоне Мурманской области, таксономическое разнообразие орибатид закономерно ниже, чем в экосистемах зональных ненарушенных местообитаний, что свидетельствует о более сильном негативном воздействии техногенной трансформации почв на состояние фауны панцирных клещей по сравнению с влиянием природных (в особенности климатических) условий Заполярья.

Проведенные исследования свидетельствуют о еще недостаточной изученности фауны орибатид Мурманской области.

Авторы выражают глубокую признательность к. б. н. Л. М. Ласковой (Ин-т леса, КарНЦ РАН) за таксономическое определение панцирных клещей и персональные консультации, к. г. н. Е. А. Сидорчук (Палеонтологический ин-т РАН, Москва) за предоставленные материалы о фауне панцирных клещей Хибинского горного массива, д. б. н. Г. А. Евдокимовой (Ин-т проблем промышленной экологии Севера, Кольский НЦ РАН) за организацию исследований на территории Мурманской области.

Исследования выполнены при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранение») под руководством профессора Г. А. Евдокимовой.

Литература

Артемьева Т. И. Почвенные животные как индикаторы биологического этапа рекультивации техногенных территорий // Проблемы почвенной зоологии. Кн. 1. Ашхабад, 1984. С. 16–17.

Бызова Ю. Б., Уваров А. В., Губина В. Г. и др. Почвенные беспозвоночные беломорских островов Кандалакшского заповедника. М.: Наука, 1986. 311 с.

Ганин Г. Н. Некоторые правила организации сообщества педобионтов (на примере мезофауны Приамурья) // Изв. РАН. Сер. биол. 2006. № 5. С. 613–623.

Ганин Г. Н. Сообщества мезопедобионтов юга Дальнего Востока России: автореф. дис. ...докт. биол. наук. Хабаровск, 2009. 22 с.

Димо В. Н. Тепловой режим почв СССР. М.: Колос, 1972. 360 с.

Евдокимова Г. А., Зенкова И. В., Мозгова Н. П., Переверзев В. Н. Почва и почвенная биота в условиях загрязнения фтором. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. 135 с.

Евдокимова Г. А., Зенкова И. В., Переверзев В. Н., Похилько А. А. Комплексная экологическая оценка территории предстоящего строительства завода по сжижению газа Штокманского месторождения. Апатиты: КНЦ РАН, 2006. 49 с.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. 184 с.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П., Салихова М. А. Современное состояние почв в зоне воздействия воздушных выбросов комбината «Североникель» // Современные проблемы загрязнения почв: матер. III Междунар. научн. конф. (Москва, 24–28 мая 2010 г.). М.: МГУ, 2010. С. 46–49.

Зайцев А. С. География распространения панцирных клещей России // Вестн. МГУ. 2001. Сер. 5. География. № 6. С. 34–37.

Зенкова И. В. Почвенная орибофауна в зоне воздействия алюминиевого завода // Состояние и перспективы развития промышленного комплекса на Кольском Севере. Апатиты: КНЦ РАН, 2007. С. 37–41.

Зенкова И. В., Пожарская В. В., Похилько А. А. Материалы к почвенной фауне Хибинского горного массива на примере горы Вудъяврчорр // Вестник МГТУ. Проблемы наук о Земле. Мурманск: изд. МГПУ, 2009. Т. 12, вып. 3. С. 516–524.

Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 288 с.

Криволуцкий Д. А. Панцирные клещи в почвах тундры // Pedobiologia. 1966а. Bd. 6, N 3. С. 277–280.

Криволуцкий Д. А. Панцирные клещи из окрестностей Беломорской биологической станции Московского университета // Вестн. МГУ. Биология, почвоведение. 1966б. № 1. С. 42–45.

Криволуцкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 272 с.

Криволуцкий Д. А., Друк А. Я., Эйтминавичуте И. С. и др. Ископаемые панцирные клещи. Вильнюс: Мокслас, 1990. 109 с.

Криволуцкий Д. А., Зайцев А. С., Ласкова Л. М. География биоразнообразия панцирных клещей Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 36 с.

Криволуцкий Д. А., Селиверстова Л. В., Солдатов М. С., Швергунова Л. В. Природные условия и микрофауна почв Калининградской области. М.: Учебная полиграфия, 2002. 65 с.

Ласкова Л. М. Биоразнообразие панцирных клещей Карелии // Биогеография Карелии / Тр. КарНЦ РАН. Серия биология. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 125–132.

Манаков К. Н., Никонов В. В. Закономерности биологического круговорота минеральных элементов и почвообразование в биогеоценозах трех горнорастительных поясов // Почвообразование в биогеоценозах Хибинских гор. Апатиты: АН СССР, 1979. 120 с.

Мелехина Е. Н., Криволуцкий Д. А. Список видов панцирных клещей Республики Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1999. 24 с.

Мелехина Е. Н. Биоразнообразие панцирных клещей – обитателей эпифитных лишайников таежной зоны Республики Коми // Фауна и экология беспозвоночных животных Европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 2001. С.111–121.

Мелехина Е. Н. Фаунистическое разнообразие и ареология панцирных клещей (Oribatida) Европейского Севера России // Биогеография почв: тезисы докл. второй Всерос. конф., посвященной 70-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Д. А. Криволуцкого (Москва, 28–30 сент. 2009 г.). С. 61.

Мордкович В. Г., Андриевский В. С., Березина О. Г., Марченко И. И. Зоологический метод диагностики почв в северной тайге Западной Сибири // Зоологический журнал. 2003. Т. 82, № 2. С. 188–196.

Панцирные клещи: Морфология, развитие, филогения, экология, методы исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C.L. Koch 1839. М.: Наука, 1995. 224 с.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 214 с.

Рябинин Н. А. История изучения фауны панцирных клещей (Acarioformes, Oribatida) Дальнего Востока России // Чтения памяти А. И. Куренцова. Вып. XV. Хабаровск: Дальнаука, 2004. С. 122–130.

Рябинин Н. А., Паньков А. Н. Особенности вертикального распределения микроартропод в слоисто-пепловых почвах Камчатки // Экология. 1986. № 6. С. 74–76.

Рябинин Н. А., Паньков А. Н. Роль партеногенеза в биологии панцирных клещей // Экология. 1987. № 4. С. 62–64.

Рябинин Н. А., Паньков А. Н. О восстановительных сукцессиях панцирных клещей на нарушенных территориях // Экологическое разнообразие почвенной биоты и биопродуктивность почв: тез. IV (XIV) Всерос. совещ. по почвенной зоологии (Тюмень, 1–4 февр. 2005 г.). Тюмень, 2005. С. 334–335.

Рябинин Н. А., Паньков А. Н. Сукцессии панцирных клещей (Acariformes: Oribatida) на нарушенных территориях // Изв. РАН. Серия биологическая. 2009. № 5. С. 1–6.

Сидорчук Е. А. К фауне панцирных клещей Полярного Урала // Зоологический журнал. 2009. Т. 88, № 7. С. 800–808.

Чистяков М. П. Горизонтальное размещение орибатид на выработанных торфяниках Балахнинской низменности // Экология. 1974. № 3. С. 53–58.

Эйтминавичюте И., Матусявичюте А. Влияние температурного режима на комплексы микроартропод // Биогеография почв: тез. докл. второй Всерос. конф., посвященной 70-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Д. А. Криволуцкого (Москва, 28–30 сент. 2009 г.). С. 91.

Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 1960. 180 с.

Baranovska A. A. Checklist of Latvian Oribatida // Latvijas entomologs. 2007. Vol. 44. P. 5–10.

Eitminavichute I. C. Soil Mites of Lithuania (Acari) Catalogue. Vilnius: Institute of Ecology of Vilnius University, 2003. P. 49–106 (in Lithuanian).

Lundqvist L. Bibliografi och checklist over Sveriges oribatider (Acari: Oribatei) 1941–1985 // Sweden. Ent. Tidsk. 1987. V. 108. P. 3–12.

Luxton M. Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil, I. Nutritional biology, Pedobiologia. 1972. V. 12. P. 434 – 463.

Materna J. Oribatid communities (Acari: Oribatida) inhabiting saxicolous mosses and lichens in the Krkonoše Mts. (Czech Republic) // Pedobiologia. 2000. V. 44. P. 40–62.

Mehl R. Checklist of Norwegian ticks and mites (Acari) // Fauna Norw. 1979. Ser. B 26. P. 31–45.

Niemi R., *Karppinen E., Uusitalo M*. Catalogue of the Oribatida (Acari) of Finland // Acta Zoologica Fennica. 1997. N 207. P. 1–39.

Niemi R., *Karppinen E., Uusitalo M*. WWW Catalogue of the Oribatida (Acari) of Finland. 2000. http://users.utu.fi/ritniemi/ListOfSpecies.html.

Schatz H. Diversity and global distribution of oribatid mites (Acari, Oribatida) – evaluation of the present state of knowledge // Phytophaga. 2004. N 14. P. 485–500.

Shuester R. Der Anteil Oribatiden an den Zersetzun gsvorgangen im Boden // Zool. Jahrb. Abt. Syst. Okol. Geogr. Tiere. 1956. Vol. 45. P. 1–33.

Subias L. S. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo // Graellsia. 2004. Vol. 60. 305 p. (Actualizado de 2008, 540 p.).

Wallwork J. A. Oribatidds in forest ecosystems // Ann. Rev. Entomol. 1983. Vol. 28. P. 109–130.

Xavier A., Haq M. A. A study on the feeding habits and gnatal appendages in oribatid mites // Zoos Print journal. 2007. V. 22 (5). P. 2671–2674.

Zaitsev A. S., Wolters V. Geographic determinants of oribatid mite communities structure and diversity across Europe: a longitudinal perspective // Europ. journal of soil Biology. 2006. Vol. 42. P. 358–361.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зенкова Ирина Викторовна
старший научный сотрудник, к. б. н., доц. Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
Академгородок, 14, Апатиты, Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: zenkova@inep.ksc.ru
тел.: (81555)79706

Зайцев Андрей Станиславович
научный сотрудник, к. г. н.
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН,
Лаборатория изучения экологических функций почв
Ленинский проспект, 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: andrey.zaytsev@hotmail.com
тел.: (495)9394717

Залиш Людмила Валериевна
младший научный сотрудник
Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН
Лаборатория изучения экологических функций почв
ул. Советская, 18, Новосибирск, Россия, 630099
эл. почта: lzalish@yandex.ru
тел.: (383)2225415

Лисковая Алена Анатольевна
аспирант
Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: alena-anatolevna@bk.ru
тел.: (81555)79706

Zenkova, Irina
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola Science Center, Russian Academy of Science
14 Akademgorodok St., 184209 Apatity, Murmansk Region, Russia
e-mail: zenkova@inep.ksc.ru
tel.: (81555) 79706

Zaitsev, Andrey
Laboratory for Ecological Functions of Soils,
Severtsov Institute for Ecology and Evolution, Russian Academy of Science
33 Leninsky pr., 119071 Moscow, Russia
e-mail: andrey.zaytsev@hotmail.com
tel.: (495)9394717

Zalish, Lyudmila
Laboratory for Ecological Functions of Soils,
Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Science
18 Sovetskaya st., 630099 Novosibirsk, Russia
e-mail: lzalish@yandex.ru
tel.: (383)2225415

Liskovaya, Alena
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola Science Center, Russian Academy of Science
14a Akademgorodok St., 184209 Apatity, Murmansk Region, Russia
e-mail: alena-anatolevna@bk.ru
tel.: (81555) 79706

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 68–81

УДК 574.34

ГОДОВОЙ ЦИКЛ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ПРУДОВОЙ НОЧНИЦЫ (*MYOTIS DASYCNEME*) САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Н. КОВАЛЕВ, И. Ю. ПОПОВ

Санкт-Петербургский государственный университет

В статье проанализированы данные пространственного распределения прудовой ночницы (*Myotis dasycneme*) на зимовках (2007–2009 гг.) и в весенне-летне-осенний период (2009 г.) на территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга. В зимнее время обследованы 32 пещеры путем прямого подсчета особей, летние учеты проведены с применением ультразвуковых детекторов D-200. Данные пространственного распределения обработаны в геоинформационной системе (ArcGIS). На зимовках учтено от 992 до 1 302 особей в разные годы, в летний период учтено 163 и на осеннем скоплении 67 особей. Выявлены распределение прудовой ночницы по зимовочным пещерам, динамика вылета и залета на зимовку, распространение и биотопическая приуроченность в летний период, территория осеннего скопления, направления миграций и пути кочевок. В результате определен годовой цикл пространственной структуры популяционной группировки обследованной территории, включающий в себя последовательно сменяющие друг друга периоды оседлости, миграций и кочевок. Полученные результаты позволяют определить степень изолированности популяции прудовой ночницы региона и дают возможность выработки подходов к подсчету численности в целом по ареалу вида.

Ключевые слова: летучие мыши, пространственное распределение, биотопы, миграции, численность популяции.

D. N. Kovalyov, I. Yu. Popov. ANNUAL CYCLE OF THE POND BAT (*MYOTIS DASYCNEME*) SPATIAL DISTRIBUTION AND ABUNDANCE IN SAINT-PETERSBURG AND LENINGRAD REGION

The pond bat hibernacular and summer distribution over the territory of Saint-Petersburg and Leningrad Region was investigated. The bat counts were carried out in the cave hibernacula in 2007–2009. 32 caves were examined. Summer distribution was studied in 2009 by means of ultrasonic detector D-200. The data were processed in ArcGIS system. During hibernation season, 992 to 1 302 pond bats were sighted. 156 pond bats were detected in summer habitats. 67 migrating pond bats were detected in autumn. The pattern of the distribution dynamics, the time of settlement in hibernacula, the migration routes and congestions, specifics of summer habitats were explored. An estimation of the total pond bat numbers is discussed.

Key words: pond bat, habitat, distribution, migration, quantity.

Введение

Прудовая ночница *Myotis dasycneme* (Boie) является редким видом, занесенным в Красную книгу Всемирного союза охраны природы. В 1980-е гг. его относили к категории «недостаточно изученный», затем, в 1990-е – «уязвимый», а в настоящее время он расценивается как «потенциально уязвимый» [Hutson et al., 2008]. Ареал прудовой ночницы представляет собой полосу от Бельгии до Енисея, северная граница которой проходит приблизительно по 60° с. ш., южная – от 44° до 50° с. ш. На этой территории вид распространен неравномерно: выявляются отдельные центры концентрации, между которыми он имеет крайне низкую численность или отсутствует [Horáček et al., 2000]. Общая численность, основанная на зимних учетах в убежищах, оценивалась в 1980-е гг. как 7000 экземпляров. В связи с внедрением новых методов обнаружения летучих мышей и интенсификацией исследований были сделаны выводы, что в некоторых частях ареала (Голландия, Венгрия, отдельные области России) оценки численности существенно занижены. Выяснилось, что численность, установленная при подсчетах на зимовках, в несколько раз меньше, чем та, которая устанавливается в ходе летних наблюдений. Путем расчетов, основанных на летних учетах и ряде допущений, были получены оценки численности иного порядка – 150 000–200 000. Однако эти оценки недостаточно подтверждены прямыми наблюдениями, что отчасти признали сами их авторы [Limpens et al., 2000]. До сих пор есть существенные пробелы в информации о данном виде (например, для «большей части европейских популяций вообще не найдены зимовки» [Limpens et al., 2000]). Вполне возможно, что в настоящее время, напротив, численность прудовой ночницы завышается. В любом случае, нет сомнений в том, что данный вид является одним из самых редких среди летучих мышей Европы. Сравнительно недавно был составлен европейский план действий по его сохранению, в котором обобщены все имеющиеся о нем сведения [Limpens et al., 2000].

Прудовые ночницы склонны собираться в одну зимнюю колонию с большой территории даже в том случае, если на этой территории имеются другие подходящие убежища. Такие данные получены П. П. Стрелковым [1958] на Урале – в одной пещере (Смольнинской) было обнаружено около 800 особей этого вида, притом, что в других обследованных пещерах Урала прудовая ночница отсутствовала. На территории Ленинградской области наблюдается сходная ситуация – основная часть прудовых ночниц зимует в одной пещере (Староладожской), а в других пещерах она или отсутствует, или встречается единично [Попов и др., 2009].

В летний период прудовые ночницы обнаруживаются на расстоянии от 10 до 300 км от мест зимовок. Летом прудовые ночницы ведут оседлый образ жизни, летние убежища могут располагаться на расстоянии до 15 км от кормовых участков [Limpens et al., 2000].

В настоящей работе исследовались характер распределения в периоды оседлости, миграционные перемещения прудовых ночниц, обитающих на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Целью работы явилось определение численности и степени обособленности группировки прудовых ночниц региона, а также выработка подходов к оценке численности вида.

Материалы и методы

Работы проводились в 2007–2009 гг. Учеты на зимовках выполнялись в течение трех сезонов. Весенне-летне-осеннее распределение особей исследовалось в 2009 г.

На территории рассматриваемого региона имеется значительное число пещер, пригодных для зимовок рукокрылых. Во многих из них отмечались прудовые ночницы [Стрелков, 1958; Чистяков, 1999]. Однако они долгое время не обследовались. В связи с этим первой задачей было обнаружение всех известных открытых входов в пещеры. При этом использовались как данные авторов, так и сведения о пещерах, размещенные в Интернете. По Ленинградской области существуют исчерпывающие данные о пещерах. Это связано с наличием полного набора информации о разработках в регионе кварцевого песка и камня закрытым способом, большим интересом «спелеостологов» к пещерам и огромным количеством людей, участвующих в их поиске. Всего было обнаружено и обследовано 32 пещеры.

Учет прудовых ночниц в пещерах проводился путем прямого подсчета всех обнаруженных особей. При этом использовались подробные карты пещер М 1 : 500. В наиболее сложной для учета пещере – Староладожской (Танечкиной), во избежание недоучетов и двойных учетов, расположение отдельных особей и групп картировалось. Учеты проводились в периоды с октября по май. Все пещеры обследовались от 2 до 5 раз. Для оценки численности на зимовке использовались данные, полученные в феврале – марте.

Была предпринята попытка найти иные зимние убежища. Известно, что в этом качестве могут использоваться подвалы, фортификационные сооружения и т. п. Однако в большей части подобных укрытий прудовых ночниц, так же как и летучих мышей других видов, не было обнаружено (только в трех старых оборонительных сооружениях было найдено несколько северных кожанков (*Eptesicus nilssonii*).

Летние учеты выполнялись с применением ультразвуковых детекторов D-200. Учеты проводились с 15 апреля по 30 сентября. Работа велась в темное время суток с использованием автомобилей, путем маршрутных учетов с прослушиванием сигналов на остановках и при пеших маршрутах. Количество особей, прослушиваемых с одной точки, в период белых ночей определялось визуально, и в дальнейшем более темными ночами – по характеру звуков, с учетом опыта, полученного при прослушивании с визуальным сопровождением. Дальность устойчивого обнаружения прудовых ночниц при помощи ультразвукового детектора составляла 80 м.

Первоначально обследовались территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, предположительно подходящие для обитания прудовых ночниц – реки, пруды, озера, каналы и их окрестности, побережья крупных водоемов. В результате этой работы были четко определены биотопы, в которых обитает прудовая ночница. В дальнейшем обследовались биотопы летнего обитания прудовой ночницы на всей территории региона в радиусе до 300 км от Староладожской пещеры. Работы велись с расчетом охвата максимально большей территории. Обследовались биотопы, не только непосредственно примыкающие к дорожной сети, но и на расстоянии до 2 км от ближайших дорог. Таким образом были обследованы все районы Ленинградской области.

Территория в пределах выявленного летнего распространения прудовой ночницы исследовалась более подробно. Обследовались все доступные для кратковременных ночных маршрутов пруды и озера с подступающей к урезу воды высокоствольной древесной растительностью. В целях контроля летних перемещений отдельные места встреч прудовых ночниц проверялись в течение всего сезона.

Количество прудов и озер, отвечающих условиям обитания прудовой ночницы, определялось с применением геоинформационных технологий, на основе топографической карты М 1 : 200 000. Наличие, состав и возраст древесных пород у берегов водоемов уточнялись на основании планов лесоустройства М 1 : 25 000.

Общая длина летних автомобильных учетных маршрутов составила 7 250 км, внутри выявленной области летнего распространения исследуемого вида длина маршрутов составила 5 300 км. При этом сами наблюдения в темное время суток были проведены в течение 150 ночных часов.

Осенние учеты проводились в радиусе до 100 км от района летнего обитания. После локализации осенних местообитаний, территория учетов выбиралась в пределах коридора шириной до 50 км, направленного в сторону зимовки в Староладожской пещере.

Результаты

Периоды оседлости

Распределение обследованных пещер, включая те, где были обнаружены зимовки прудовых ночниц, представлены на рис. 1.

Прудовые ночницы были обнаружены в 8 пещерах из 32 (табл.). Ежегодно около 99 % всех прудовых ночниц, обнаруженных на зимовках в рассматриваемом регионе, зимовало в Староладожской пещере.

Староладожская (Танечкина) пещера находится на левом крутом берегу реки Волхов, в настоящее время имеет два входа, расположенных на расстоянии 30 м друг от друга. Входы находятся в склоне и русле ручья и направлены на юго-запад. Староладожская пещера представляет собой заброшенные более 150 лет назад разработки кварцевого песка. Общая длина ходов составляет 5 500 м, площадь пещеры – 10 720 м². Контуры пещеры представляют собой неровный овал длиной 200 и шириной от 40 до 100 м. От 45 до 60 % ее площади в разные сезоны года занимает подземное озеро глубиной до 1,5 м. Озеро образовано за счет воды ручья длиной 1,5 км, весь сток которого попадает в пещеру. Высота сводов составляет от 0,7 до 2,6 м, в местах обвалов достигает 5,5 м. Первоначально все своды в пещере были одной высоты – 2,8 м, уменьшение высоты происходит за счет намыва песка, попадающего с водами ручья.

Колония прудовых ночниц занимает только часть Староладожской пещеры. Она достаточно четко локализована, ядро колонии располагается на площади 1 600 кв. м (рис. 2). Около 25 % особей колонии в течение всей зимовки находится над водой, остальная часть располагается над сухими участками. Кроме ядра колонии около 5 % особей распределяются поодиночке и небольшими группами в более дальних частях пещеры. Прудовые ночницы зимуют одиночно, небольшими группами от 2 до 10 особей и крупными плотными скоплениями до 65 особей. Большая часть прудовых ночниц располагается открыто, некоторые наиболее

крупные скопления занимают неглубокие щели, однако все особи при этом имеют доступ к открытому пространству пещеры. В течение зимовки время от времени происходит перераспределение особей в группах, изменение количества групп и численности особей в них.

Общие сроки пребывания прудовых ночниц в Староладожской пещере – середина сентября – конец мая. Вылет прудовых ночниц из Староладожской пещеры начинался в первой декаде апреля и продолжался в течение полутора месяцев. Вылет происходил относительно равномерно, бóльшая часть особей покинула пещеру к 20-м числам апреля. К концу мая в пещере не оставалось ни одной летучей мыши (рис. 3). При этом следует отметить, что вылетевшие прудовые ночницы не держались около пещеры. При 6 ночных весенних обследованиях нами не было обнаружено прудовых ночниц, охотящихся или летающих около входа в пещеру.

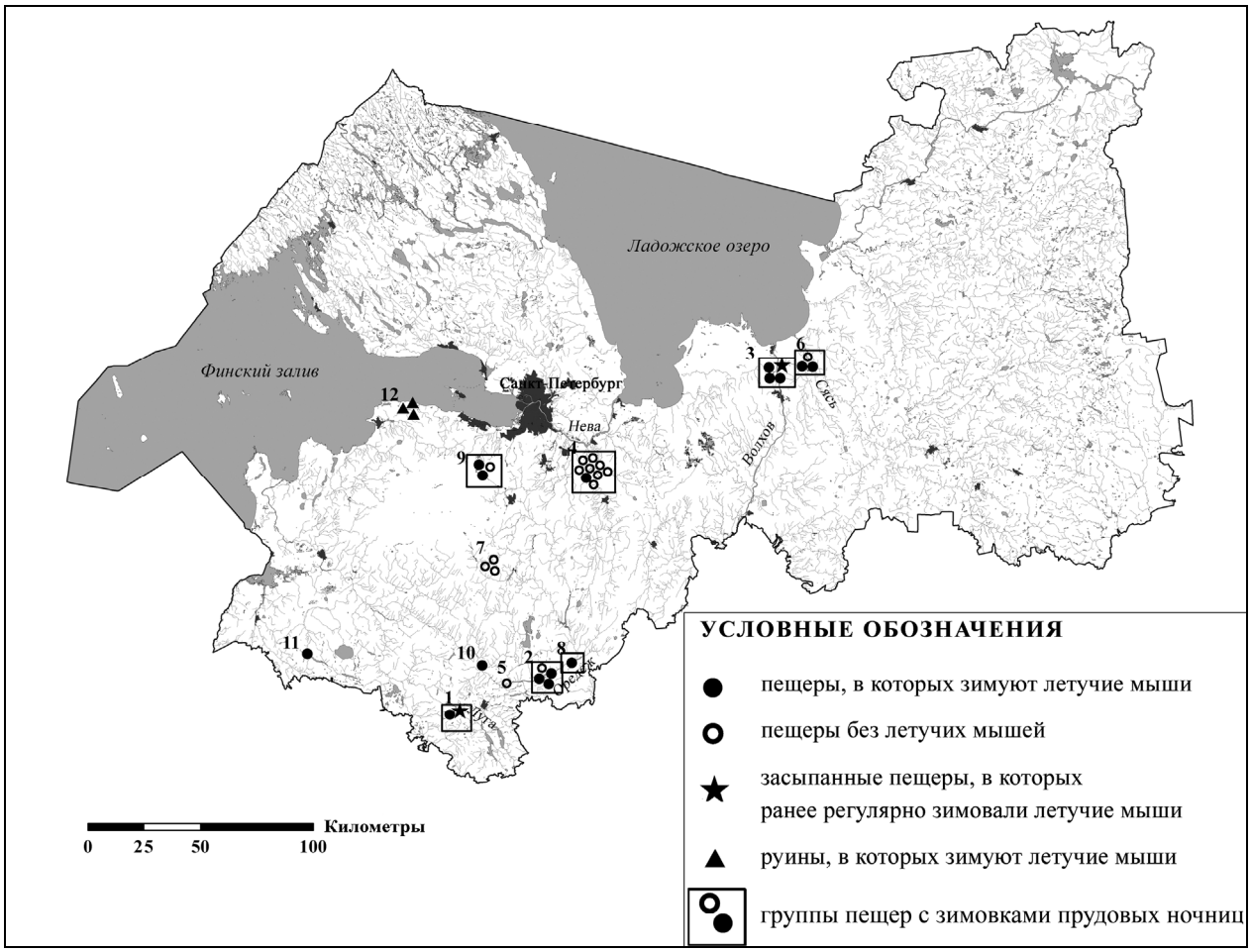


Рис. 1. Карта-схема распределения зимовок летучих мышей в пещерах Ленинградской области

Группы пещер: 1 – Корповские, 2 – Борщевские, 3 – Староладожские, 4 – Саблинские, 5 – Карьер «Плоское», 6 – Ребровские, 7 – Рождественские, Моровинская, 9 – Телезские, 10 – Ящерская, 11 – Доложская, 12 – Форт «Красная Горка»

Численность и распределение по пещерам прудовой ночницы в течение трех сезонов

Группа пещер	Пещера	Зимний сезон		
		2007–2008	2008–2009	2009–2010
Староладожские	Староладожская (Танечкина)	955	1228	1296
	Плачущая	1	–	–
Корповские	Корповская	6	6	4
Саблинские	Лисья нора 3	–	2	1
	Левобережная	1	6	–
	Штаны	–	1	1
Телезские	Петровская	–	1	–
Борщевские	Двенадцатистолбовая	7	–	–
Моровинская	Моровинская	1	–	–
Ребровские	Ребровская 3	1	–	–
	Итого	972	1244	1302

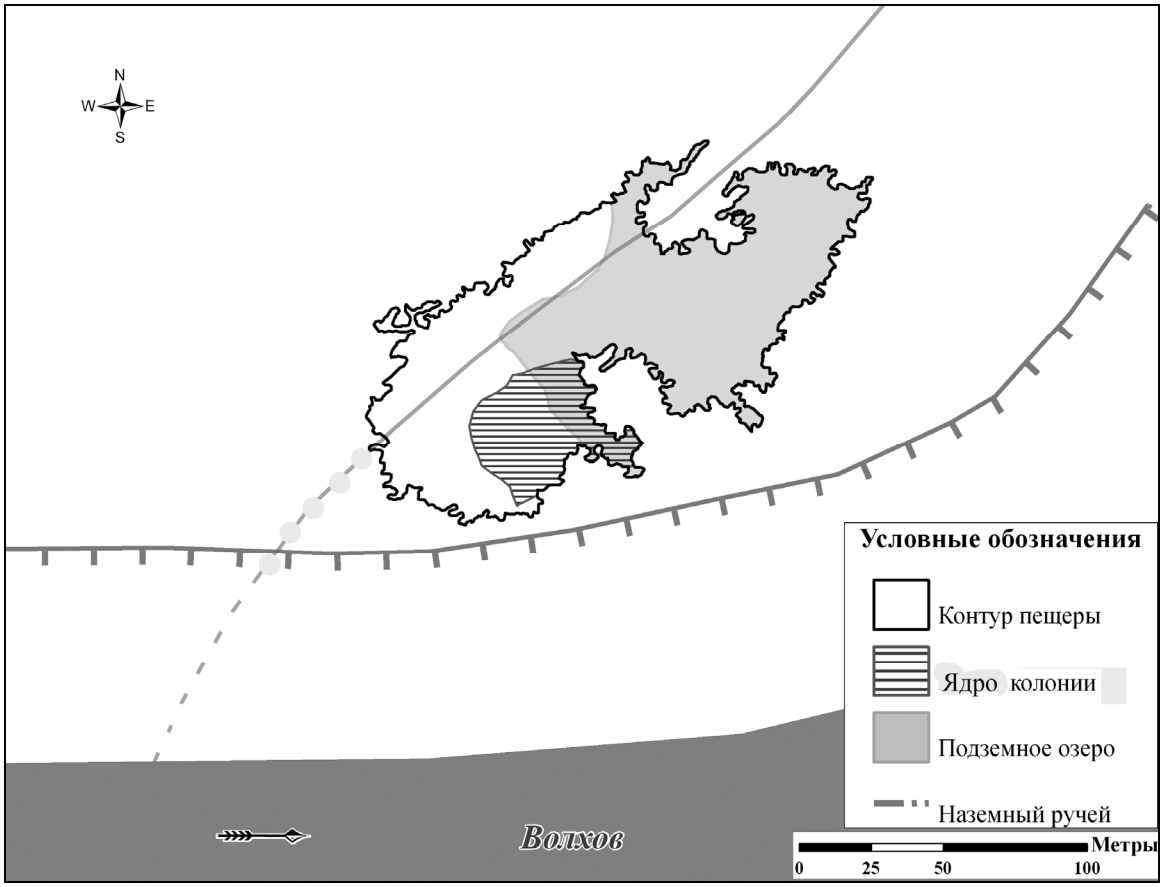


Рис. 2. Карта-схема Староладожской пещеры с границами подземного озера и ядра колонии прудовой ночницы

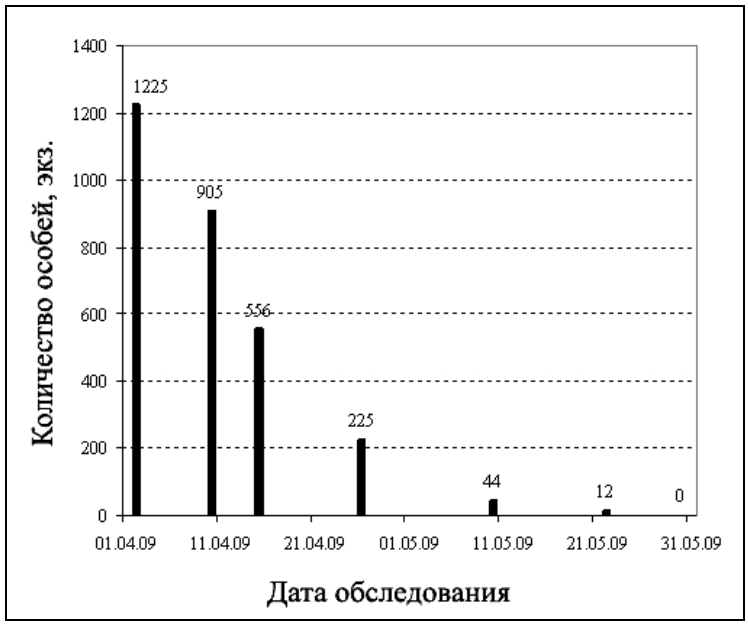


Рис. 3. Динамика вылета прудовых ночниц с зимовки в Староладожской пещере

При поиске биотопов, в которых в летнее время обитает прудовая ночница, была выявлена высокая избирательность этим видом природных условий. Из всех возможных типов местообитаний прудовые ночницы выбирали только два биотопа, где первые особи появлялись в двадцатых числах апреля.

Основным местами, где были отмечены одиночные прудовые ночницы, являлись небольшие – 50–70 м в диаметре пруды, окруженные со всех сторон высокими (не менее 12 м высотой) деревьями. Пруды были как изолированными, так и образованными в результате подтоплений небольших рек плотинами и дорожными сооружениями. Деревья у этих прудов подступали непосредственно к урезу воды, часть их крон располагалась над водой. Во многих случаях деревья были представлены широколиственными породами (дуб, липа, ясень), нередко отмечались белая ива, черная ольха и тополь бальзамический. В случае нахождения пруда в лесу древостой был представлен березой, серой ольхой, елью и сосной. Практически все пруды, на которых были отмечены прудовые ночницы, имели высокую степень эвтрофикации и обладали богатой водной растительностью (кубышка, кувшинка, осоки, рогоз и т. д.). Для окружающей их территории были характерны относительно плодородные почвы.

Другим биотопом, где были обнаружены как одиночные прудовые ночницы, так и группы, состоящие их двух и более особей, являлись побережья эвтрофицированных озер с осоками, тростником, хвощом топяным, рдестами, кубышкой, растущими в воде, и с высокими деревьями на их берегах – березой, осиной, черной и серой ольхой, сосной и елью. Прудовые ночницы встречались в основном в местах береговых излучин, где деревья располагались полукругом.

Оба эти биотопа имеют большое сходство условий для охоты прудовых ночниц. Большую часть времени прудовые ночницы охотились над водой в пространстве, образованном кронами деревьев на высоте от 5 до 15 м. В редких случаях они охотились непосредственно над поверхностью воды (чаще всего в утренние часы), что, видимо, было связано с погодными условиями, при которых насекомые концентрируются над водой. Охотились прудовые ночницы поодиночке или парами, встречи в одном месте трех или более особей были крайне редки. Их полет стремителен, в центре охотничьего участка и у крон деревьев прудовые ночницы регулярно совершали кувырки и развороты на месте. В отдельных случаях синхронное выполнение воздушных маневров отмечалось у двух особей.

В результате тщательного обследования всей территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга было выяснено, что летом прудовые ночницы обитают только в юго-западных районах области: Ломоносовском, Кингисеппском, Сланцевском, Гатчинском и Лужском, а также на южных, юго-западных и западных приморских окраинах Санкт-Петербурга. При этом прудовые ночницы не отмечались в Волосовском районе, где на Ижорском плато нет подходящих для них местообитаний. Судя по всему, этот вид избегает любых крупных болотных массивов (как верховых, так и низинных). Так, на озерках в районе Нарвского водохранилища и на озерах Мшинской болотной системы прудовых ночниц не было отмечено.

Прудовые ночницы отмечались на местах кормежки в самом начале сумерек, а вечерних перемещений при свете дня не было отмечено ни визуальным способом, ни с применением ультразвукового детектора. Это объясняется тем, что в летний период, когда прудовые ночницы ведут оседлый образ жизни, они перемещались между местами дневок и местами кормежки за короткий промежуток времени, т. е. дистанции этих перемещений были незначительны. Видимо, близость мест кормежки и дневки обусловлена короткими «белыми» ночами, когда в сложный период рождения и выкармливания потомства время охоты ограничено 3 часами.

Всего за период летних учетов прямыми наблюдениями было выявлено 163 прудовые ночницы. Основные места обитания одиночных особей были расположены в верховьях реки Оредеж и ее притоков в районе плотин и подтопленных участков (озеро Чикино, район пос. Рождествено, Кобрино, Мельница). Большое количество одиночных ночниц отмечено на прудах пригородных парков Санкт-Петербурга, в Павловске, Гатчине, Знаменке, Сергиевке, Сестрорецке, на островах в устье Невы. Однако следует отметить, что в аналогичных местообитаниях в черте городской застройки Санкт-Петербурга и Пушкина прудовые ночницы обнаружены не были.

Наиболее крупные концентрации прудовых ночниц отмечены на озерах Сяберо, Самро и Бабинское, а также на более мелких озерках и прудах вокруг них. Так, на озерах Сяберо и Званы регистрировалось по одной особи на каждые 200 м покрытого лесом побережья. На оз. Бабинском также на всех излучинах берега, где подступал высокий лес, были встречены охотящиеся зверьки. В целом на озерах обнаруживалось от 1 до 56 (оз. Сяберо) прудовых ночниц.

Наибольшее удаление летних местообитаний от зимовки в Староладожской пещере составило 250 км, наименьшее – 110 км (рис. 4).

Площадь летнего распределения прудовых ночниц в регионе составила 10,6 тыс. км². Эта территория незначительно выходит за пределы Ленинградской области и ограничена с юга и запада местами, непригодными для обитания прудовых ночниц (болотные массивы, отсутствие прудов и озер с заросшими высоким лесом берегами) (см. рис. 4). Прудовые ночницы в пределах очерченной области распространения распределялись неравномерно, строго приурочено к вышеописанным биотопам. Экстраполируя известные встречи прудовых ночниц на существующие видоспецифичные биотопы (берега прудов и озер с высокими деревьями), можно получить максимально возможную численность особей этого вида для всего региона. Количество прудов, отвечающих биотопическим требованиям прудовых ночниц в границах летнего ареала, составило 620, количество пригодных озер – 130. Для оценки возможной максимальной численности прудовых ночниц были сделаны основанные на прямых учетах допущения, что на одном пруду кормится по одной особи, на озерах – 1 особь на 200 м береговой линии. Общая длина побережий озер, пригодных для обитания прудовой ночницы, составила около 210 км. При таком подходе расчетная емкость летних биотопов прудовой ночницы в регионе составляет не более 1 670 особей (620 на прудах и 1 050 на озерах). Таким образом, общее число прудовых ночниц, которые могли бы обитать в пределах летней области распространения, оказалось несколько выше зафиксированного на зимовках.

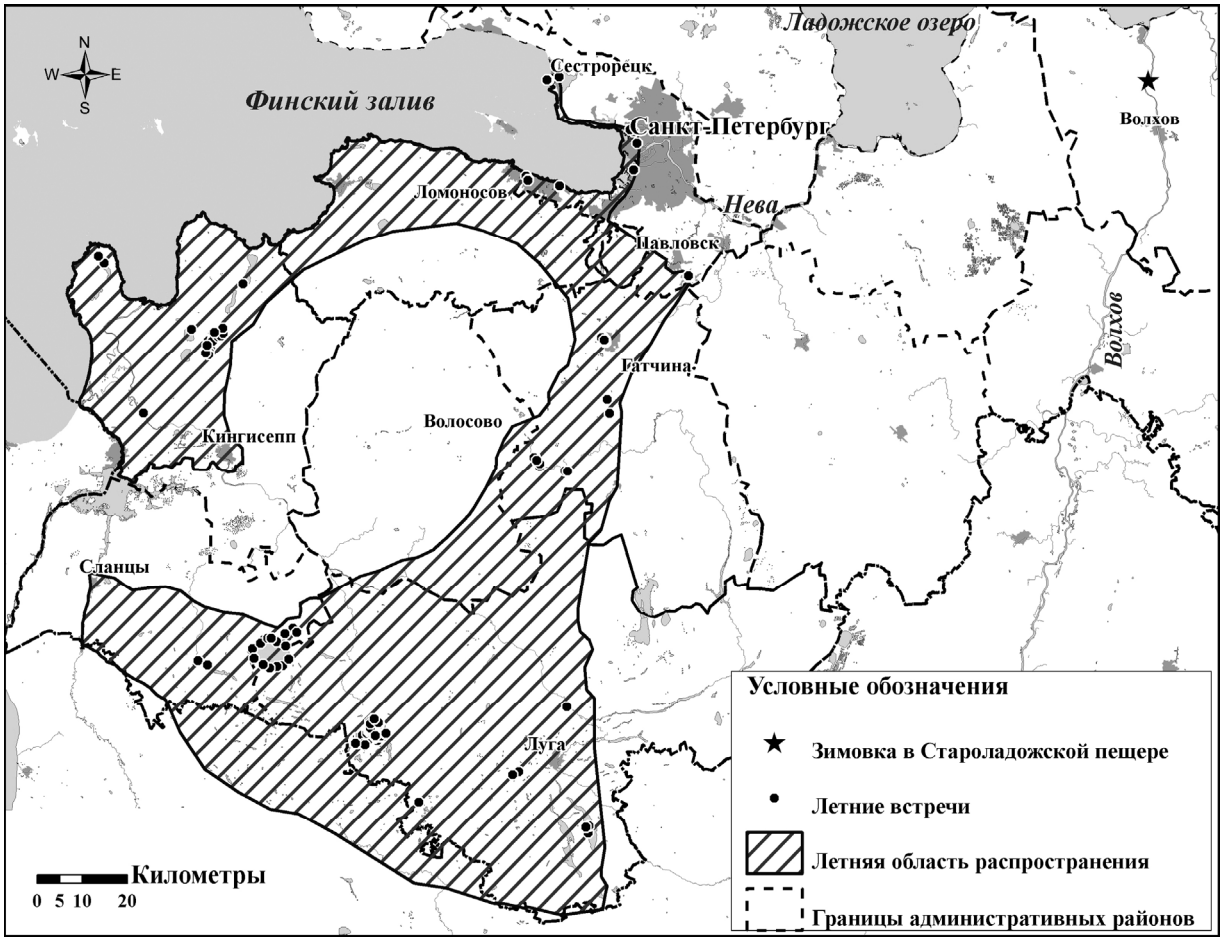


Рис. 4. Карта-схема распределения встреч прудовой ночницы в летний период 2009 г.

При многократном повторном посещении мест обнаружения прудовых ночниц, они отмечались там до двадцатых чисел августа, но к 25 августа исчезли из всех летних мест обитания.

При обследовании в начале сентября района летнего обитания и его окрестностей в радиусе до 100 км прудовые ночницы были обнаружены только на северном побережье Финского залива: на участке от города Зеленогорска до города Сестрорецка (рис. 5), где они образовали плотное скопление.

Биотоп, в котором держались прудовые ночницы во время осеннего скопления, представлял собой прибрежные сосняки с небольшими

вкраплениями дубняков, отделенные от акватории Финского залива 20–150-метровыми песчаными и каменистыми пляжами. Одиночки, пары или несколько особей отмечались через каждые 50 м на всем протяжении побережья, несмотря на санаторно-курортную застройку части территории. Прудовые ночницы перемещались на уровне крон деревьев на высоте от 5 до 15 м.



Рис. 5. Карта-схема перемещений прудовых ночниц между летними, осенними и зимними местами обитания

Чтобы оценить общее количество прудовых ночниц в обнаруженном скоплении, 2 сентября был сделан выборочный учет на всем участке побережья Финского залива протяженностью в 30 км, где перед этим данный вид был встречен. В ходе учета через каждые 2 км проверялось наличие прудовых ночниц, а на трех пробных участках длиной по 500 м сделан абсолютный прямой учет особей. Прямыми наблюдениями на побережье Финского залива было зарегистрировано 67 особей, в том числе на пробных участках – 9, 13 и 8 особей. При тщательном обследовании прилегающих территорий Карельского перешейка прудовые ночницы были отмечены только на берегу оз. Сестрорецкий разлив, связанного каналами с Финским заливом (на удалении 2 км от берега залива). При экстраполяции выборочных учетов на осеннем скоплении на всю площадь территории, где прудовые ночницы были обнаружены, численность их составила не менее 600 особей. Следует подчеркнуть, что время осенней концентрации совпадало с периодом массового спаривания, отмечаемого в других регионах [Limpens et al., 2000].

При учете 18 сентября на участке побережья между Зеленогорском и Сестрорецком не было обнаружено ни одной прудовой ночницы. Тогда же их не удалось выявить ни на северном побережье Невской губы, ни на прудах в парках Санкт-Петербурга, ни на берегах реки Невы восточнее города. В эту дату скопления прудовой ночницы были зарегистрированы только в западной части Староладожского канала на окраине города Шлиссельбург.

20 сентября первые прудовые ночницы были обнаружены в Староладожской пещере, некоторые из них спаривались. Ночью они вылетали из пещеры кормиться на реку Волхов, в места, где высокоствольная древесная растительность примыкала к береговой черте.

В дальнейшем количество прудовых ночниц в пещере постепенно увеличивалось. Ожидаемого максимума численность достигла к концу октября и составила 1 296 особей, после чего она стабилизировалась (рис. 6). Зимовочная колония формировалась постепенно. При этом в первую очередь заполнялось ядро колонии, затем шло увеличение количества особей в зимующих группах. В последнюю очередь прудовые ночницы занимали периферию колонии в более удаленных от входов частях пещеры, тогда же увеличилось количество одиночно зимующих особей.

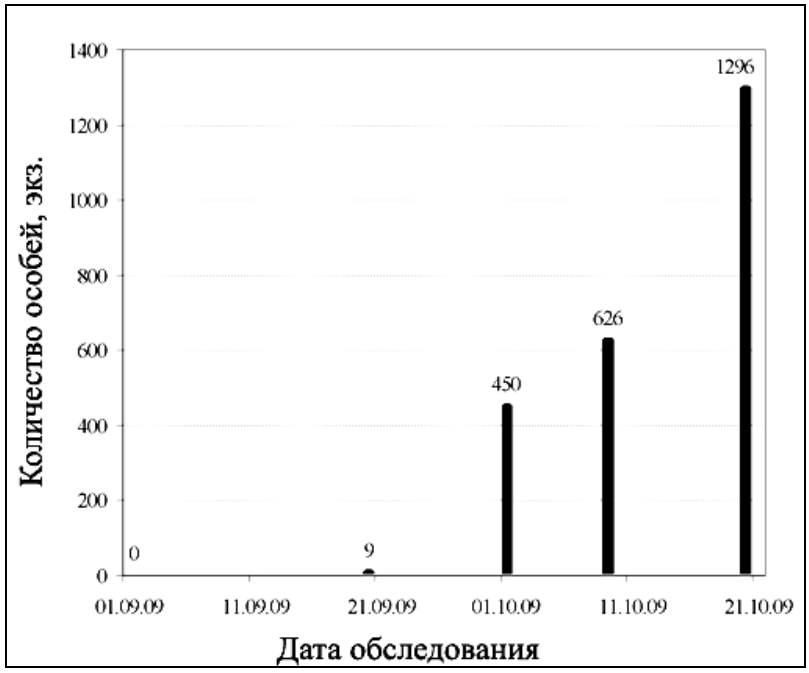


Рис. 6. Динамика залета прудовых ночниц на зимовку в Староладожскую пещеру

Периоды перемещений

Прямых наблюдений миграционных перемещений прудовых ночниц не проводилось в связи со сложностью обнаружения перемещающихся ночью летучих мышей. Сведения о сроках, характере и основных направлениях перемещений получены на основе анализа встреч и учетов численности.

После периода продолжительной зимовки прудовые ночницы совершали миграционные броски к летним местообитаниям в юго-западном и западном направлениях. Об этом свидетельствуют как отсутствие встреч прудовых ночниц на территории между местом зимовки и летними местообитаниями, так и быстрое появление особей этого вида на местах летнего обитания после начала вылета с зимовки. Такой тип перемещений, очевидно, определяется практически полным отсутствием в апреле в районе зимовки условий для кормежки летучих мышей и отставанием почти на две недели фенологических дат схода снега, вегетации растений и вылета насекомых в центральных районах Ленинградской области по сравнению с ее юго-западной частью.

В последних числах августа большинство прудовых ночниц обследованного региона после периода, характеризующегося дисперсным оседлым распределением, совершили кратковременный, направленный на север миграционный бросок к месту осенней концентрации. При этом они были вынуждены пересечь Финский залив, ширина которого здесь составляет до 30 км. Основная масса прудовых ночниц, по-видимому, пересекает Финский залив в районе острова Котлин и Дамбы (комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений) и вдоль морского фасада Санкт-Петербурга.

В середине сентября, после двухнедельного периода оседлости прудовые ночницы предприняли кратковременный миграционный бросок в восточном направлении на южное побережье Ладожского оз. в район Староладожского и Новоладожского каналов, по-видимому, не делая остановок.

Сроки осенних миграционных перемещений до и после образования оседлого скопления были значительно более синхронны для всех особей, чем весенних.

Судя по характеру формирования зимовочной колонии в Староладожской пещере и отрывочным прямым наблюдениям на местах кормежки, в период с 20 сентября по 20 октября прудовые ночницы перемещались с разной скоростью на восток и северо-восток вдоль каналов. Характер этих перемещений значительно отличался от миграционных бросков. Такие перемещения представляли собой кочевку по пригодным для кормежки местообитаниям, приуроченным к проходящим вдоль южного побережья Ладожского оз. Староладожскому и Новоладожскому каналам. Каналы являются слабопроточными эвтрофицированными водоемами длиной более 100 км и шириной от 20 до 70 м. Берега каналов на большом протяжении покрыты высокоствольным лесом, подступающим к самому урезу воды. Надо отметить, что осенний сезон 2009 г. был достаточно теплым и поздним, что позволило прудовым ночницам растянуть последние сроки залета в пещеру до конца октября.

Таким образом, годовой цикл пространственной структуры популяции прудовой ночницы рассматриваемого региона представляет собой смену мест зимнего, летнего и осеннего обитания в результате последовательного чередования периодов полной оседлости, миграционных бросков и кочевок. Схема направлений перемещений представлена на рис. 5, годовой цикл пространственной структуры популяции – на рис. 7.

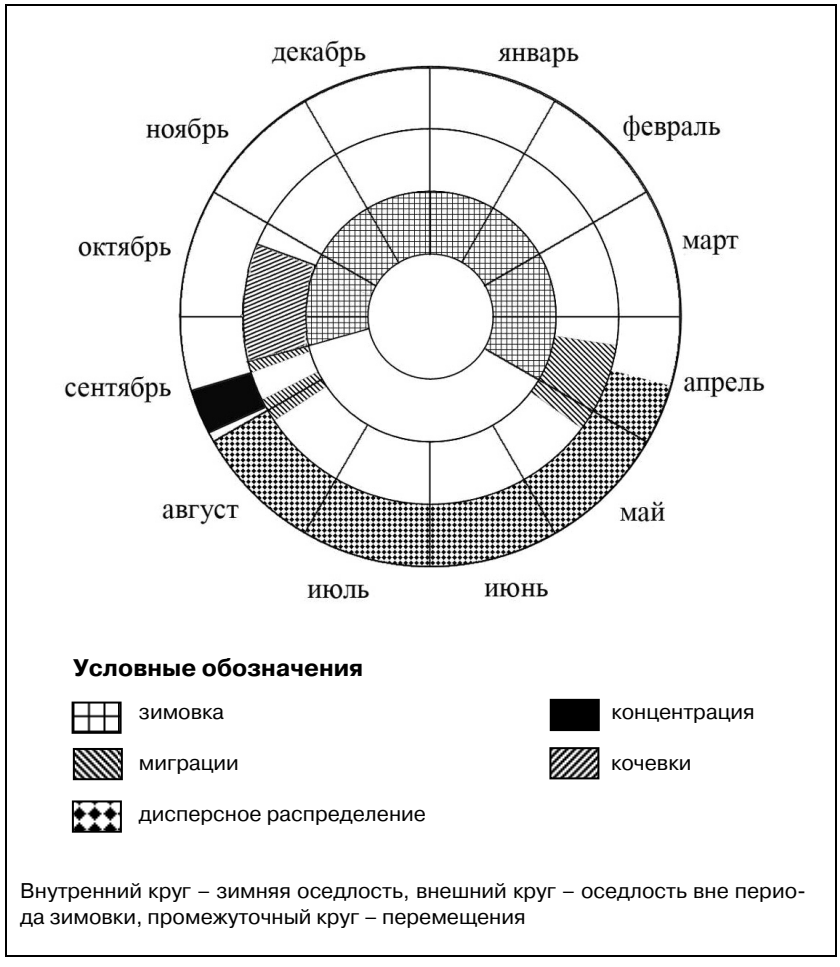


Рис. 7. Годовой цикл пространственной структуры популяции прудовой ночницы Ленинградской области

Обсуждение

Годовой цикл пространственной структуры

В рассматриваемом регионе прудовая ночница обитает на северной границе своего ареала. Распространение на север выше 60° с. ш. разных видов летучих мышей обусловливается различными поведенческими или физиологическими особенностями. Так рыжие вечерницы (*Nyctalus noctula*), лесные нетопыри (*Pipistrellus nathusii*) и двуцветные кожаны (*Vespertilio*

murinus) улетают зимовать на юг [Стрелков, 2001, 2002; Богдарина, Стрелков, 2003]; северные кожанки (*Eptesicus nilssonii*) приспосабливаются к зимовкам при температуре значительно ниже 0° [Jens Rydel, 1993]; ночницы Брандта (*Myotis brandti*) имеют продолжительный период зимовки в пещерах и не улетают далеко от них; водяные ночницы (*Myotis daubentonii*) используют для кормежки наиболее рано наполняющиеся кормом биотопы, расположенные вблизи зимовок [данные авторов]. Процесс же продвижения на север прудовых ночниц определяется комплексом факторов, отражающихся в особенностях годового цикла пространственной структуры популяции.

Возникновение массовой зимовки в условиях, не позволяющих существовать прудовым ночницам в весенний период, было возможно только в связи с их способностью совершать кратковременные относительно дальние миграционные броски. За время зимовки летучие мыши теряют до 40 % своего веса [Стрелков, 1971] и к моменту вылета имеют минимальные энергетические запасы. Длительный снежный период вынуждает прудовых ночниц покидать зимовку при отсутствии в окрестностях насекомых, и только весенний миграционный бросок в направлениях южного сектора позволяет этому виду зимовать в столь высоких широтах. Сведения о юго-восточном направлении миграции в Московской области для прудовых ночниц, зимующих на островах оз. Селигер [Кузякин, 1950], говорят о схожем характере этого элемента годового цикла пространственной структуры у других популяционных группировок.

Распространение на север прудовых ночниц, характеризующихся биотопическим консерватизмом и связанной с ним строгой летней оседлостью, имеет ряд ограничений. Это и продолжительный снежный период, и короткое северное лето с невысокими температурами. Однако основным лимитирующим фактором является отсутствие полноценных темных ночей во время вылета с зимовки и выкармливания потомства. О связи ограничения распространения прудовых ночниц на север именно с продолжительностью темного времени суток, в первую очередь, свидетельствует проходящая вдоль 60-й параллели северная граница ареала вида. У видов различных систематических групп, обитающих на европейском континенте, распространение которых к северу ограничено температурным и снеговым режимом, северная граница ареала ориентирована с северо-запада на юго-восток, что обусловлено особенностями климата – от морского на западе до континентального на востоке.

Характер питания и состав корма прудовых ночниц во многом определяет необходимость гарантированного нахождения массового мелкого корма, в основном – двукрылых [Britton et al., 1997] в течение всего сезона. Берега и поверхность прудов и озер с высокой биологической продуктивностью позволяют прудовым ночницам в течение лета вести оседлый образ жизни. В условиях этих биотопов у разных видов насекомых, выводящих личинок в воде, в течение всего сезона происходит массовый вылет имаго, при этом разные виды насекомых поочередно сменяют друг друга. В короткое и прохладное лето вышеописанные биотопы предоставляют необходимые и достаточные условия для обеспечения прудовых ночниц кормом. Известно, что в разных климатических и географических условиях такие местообитания могут незначительно различаться [Britton et al., 1997]. Различия в других регионах могут быть и в характере полета прудовых ночниц во время охоты на насекомых. Есть сведения, что они обычно кормятся, летая у самой поверхности воды [Кузякин, 1950], хотя в некоторых случаях могут подниматься и на высоту до 20 м [Limpens et al., 2000].

Наличие и распределение на юго-западе Ленинградской области подходящих для прудовой ночницы биотопов полностью обусловливает ее пространственное распределение в летний период. Самцы прудовой ночницы летом обитают отдельно от самок с детенышами, причем самки с молодняком образуют значительные по численности скопления в летних убежищах [Limpens, 2000]. Исходя из этого, можно предположить, что на небольших отдельно расположенных прудах обитают самцы, а на озерах и скоплениях прудов – самки с детенышами. При таком распределении встречи между самцами и самками в летний период крайне редки.

Образование осеннего скопления позволяет большинству особей группировки рассматриваемого региона участвовать в процессе спаривания. Видимо, сама по себе концентрация особей наиболее полно позволяет осуществлять процесс спаривания (образование осенних скоплений характерно для многих видов млекопитающих различных систематических групп). Происхождение скопления на северном побережье Финского залива, вероятно, было обусловлено как географическими (береговые линии), так и биотопическими (прибрежные старовозрастные сосняки) особенностями территории, и связано с процессом направленных осенних перемещений. К концу августа летние биотопы уже не обеспечивают прудовых

ночниц кормом, и они вынуждены перемещаться. Видимо, происхождение этих перемещений связано с поиском мест массового осеннего вылета насекомых. В настоящее время к месту осеннего скопления прудовые ночницы совершают кратковременные миграционные броски из разных частей района летнего обитания, видимо, определяющиеся внутренней регуляцией. Миграционный бросок после осеннего скопления к южному побережью Ладожского озера объясняется высокой антропогенной нарушенностью территории мегаполиса Санкт-Петербурга, расположенного между местом осенней концентрации и зимовкой.

Осенние кочевки прудовых ночниц вдоль каналов представляют собой промежуточный тип использования территории обитания между оседлостью и миграционными бросками, они сочетают в себе направленность перемещения и активное потребление корма перед периодом зимнего покоя. Кочевки носят в какой-то мере факультативный характер. Вероятно, сроки кочевок прудовой ночницы могут варьировать в зависимости от погодных условий. Сроки же миграционных бросков, видимо, более строго определены для отдельных половозрастных групп и должны иметь внутреннюю регуляцию.

Отдельным вопросом является происхождение массовой зимовки к северу от летнего кормового ареала. Первоначальное заселение такой зимовки не могло быть случайным. Наиболее вероятно, что оно произошло после обнаружения прудовыми ночницами Староладожской пещеры во время осенних кочевок юго-восточного направления, вдоль линии побережья Ладожского оз. и берега реки Волхов. Однако существует вероятность и межвидовых взаимодействий у летучих мышей при поиске зимних убежищ.

Таким образом, годовой цикл пространственной структуры популяции прудовой ночницы, в первую очередь приуроченность к одной массовой зимовке, ограниченность дальности миграционных бросков, летний биотопический консерватизм и наличие осеннего скопления хорошо объясняют неравномерность распространения вида по ареалу.

Оценка численности и ее динамика

Оценка количества особей популяции в целом зависит, в первую очередь, от понимания характера распределения учтенных в пределах ареала особей (концентрация, дисперсия, перемещение, оседлость) и выявления факторов, лимитирующих численность. Исследуя пространственную структуру, мы можем говорить и о численности, степени изолированности, и истории происхождения популяции.

Основной посылкой современных оценок численности прудовых ночниц является признание того факта, что на зимовках учитывается небольшая часть популяции, так как летом учитывается значительно больше особей, чем зимой [Limpens et al., 2000]. Однако в связи со склонностью прудовой ночницы образовывать крупные скопления на зимовках и небольшой численностью вида, эти зимовки должны быть редки и разнесены на большие расстояния. Кроме того, прудовые ночницы способны улетать с места зимовки на дистанции до 300 км. Эти особенности и плохая предсказуемость направления миграций, скорее всего, не позволяли до настоящего времени обнаружить бóльшую часть зимовок. Летние же учеты зачастую проводились в местах концентрации прудовых ночниц, а эти данные экстраполировались на значительные территории без учета биотопической приуроченности кормовых участков.

В нашем случае оценки численности на зимовках и в летних местообитаниях мало различаются. Это объясняется тем, что летом и зимой мы имеем дело с одними и теми же особями, и нет оснований утверждать, что за пределами основной колонии есть много зимующих прудовых ночниц.

Учеты численности на зимовках по стандартной методике за три последних года показали стабильный рост численности популяции прудовой ночницы региона. Эта тенденция прослеживается с 50-х гг. прошлого века [Стрелков, 1958; Ильинский и др., 1998; Чистяков, 1999]: 1955 г. – 91 экз., 1998 г. – 216, 2008 г. – 956, 2009 г. – 1 228, 2010 г. – 1 296 экз.

По всей вероятности, формирование стабильной массовой зимовки способствует благополучию популяции. В рассматриваемом регионе такая зимовка и наличие доступного для недалеких миграций достаточного количества летних кормовых местообитаний привели к росту численности. Оценка максимальной емкости летних биотопов позволяет говорить о возможности дальнейшего незначительного роста численности популяции прудовых ночниц в пределах 30 %. Однако концентрация на зимовке при бесконтрольном посещении пещеры туристами, в определенных случаях (массовый сбор зверьков, разведение костров) может привести к прямому уничтожению большинства зимующих особей и катастрофическому снижению численности популяции. Вместе с тем основным лимитирующим фактором для

роста численности прудовой ночницы в регионе следует считать наличие летних местообитаний.

Освоение прудовыми ночницами Ленинградской области, по всей видимости, имеет не очень давнюю историю. Пещеры, образовавшиеся на месте заброшенных штолен, начали появляться в начале XIX в. Значительный рост численности на зимовке за последние 50 лет говорит о выгодной для вида совокупности природных условий, удачном приспособлении к ним свойственного виду цикла пространственной структуры, а также о короткой истории популяции.

Необходимо подчеркнуть, что до сих пор для прудовой ночницы не получено прямых подтверждений существования сотен тысяч особей. Обычно обнаруживаются или единичные экземпляры, или скопления в несколько десятков или сотен особей [Ильин, 1994; Газарян, 2004]. Большее скопление обнаружено только в одном подземелье – пещерах Самарской Луки – около 1000 экземпляров. При этом было установлено, что прудовые ночницы наиболее требовательны к микроклимату пещер – им необходима высокая температура и влажность воздуха [Смирнов и др., 2008; Смирнов, Вехник, 2009]. Это означает, что подходящих убежищ для них относительно немного. В некоторых частях территории, на которой можно было бы ожидать находки прудовой ночницы (Поволжье), отмечается общее снижение численности летучих мышей по причине уменьшения количества пригодных для них биотопов [Ильин и др., 2003]. Таким образом, есть все основания для пересмотра последних оценок численности данного вида, а также для включения его в списки охраняемых на всей территории России.

Заключение

Прудовая ночница, по крайней мере, на северной границе ареала, является исключительным стенобионтом. Численность популяции прудовых ночниц региона растет, но лимитирована в первую очередь ограниченным количеством пригодных летних местообитаний. Кроме этого, условия зимовки, с учетом консервативности вида, имеют явную угрозу, в первую очередь, от фактора антропогенного беспокойства. Особенности годового цикла пространственной структуры прудовых ночниц, ограниченность миграционных дистанций, дефицит летних местообитаний и привязка к одной зимовке с высокой концентрацией особей достаточно хорошо объясняют мозаичность ареала вида. Мозаичность ареала не позволяет экстраполировать данные локальных учетов на значительные территории. Исходя из этого, следует полагать, что нижние пределы численности, указываемые некоторыми авторами, более вероятны, чем принятые в последнее время на основании широкой экстраполяции. В связи с тем, что вид подвержен серьезным угрозам во все периоды оседлости, предлагается повысить его природоохранный статус.

Авторы выражают признательность Г. А. Носкову, Т. А. Рымкевич за конструктивную помощь в редактировании текста, Риитте Хемми за содействие в работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда “People’s trust for endangered species” и в рамках российско-финляндского проекта «ГЭП-анализ на Северо-Западе России».

Литература

Богдарина С. В., Стрелков П. П. Распространение рукокрылых (Chiroptera) на севере европейской России // Plecotus et al. 2003. N 6. P. 7–29.

Газарян С. В. Прудовая ночница Myotis dasycneme (Boie, 1825) – новый вид фауны рукокрылых Кавказа // Plecotus et al. 2004. N 7. P. 102–104.

Ильин В. Ю. Зимовка рукокрылых на юге лесостепной зоны правобережного Поволжья // Фауна и экология животных. Пенза: Пензенский гос. пед. инст., 1994. С. 3–21.

Ильин В. Ю., Смирнов Д. Т., Яняева Н. М. Влияние антропогенного фактора на рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae) Поволжья // Экология. 2003. № 2. С. 134–140.

Ильинский И. В., Пчелинцев В. Г., Соколов Б. В., Чистяков Д. В. Современное состояние зимовки рукокрылых (Chiroptera Vespertilionidae) в Саблинских пещерах // Вестник СПбГУ. 1998. Вып. 1. С. 3–9.

Кузякин А. П. Летучие мыши. М.: Советская наука, 1950. 443 с.

Попов И. Ю., Ковалёв Д. Н., Островский А. Н. Звери подземелья // Природа. 2009. № 9. С. 59–67.

Смирнов Д. Г., Вехник В. П. Одиночная и групповая организация особей в сообществе рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae) Самарской Луки // Изв. РАН. Сер. Биол. 2009. № 1. С. 88–94.

Смирнов Д. Г., Вехник В. П., Курмаева Н. М. и др. Пространственная структура сообщества рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки // Изв. РАН. Сер. Биол. 2008. № 2. С. 243–253.

Стрелков П. П. Материалы по зимовкам летучих мышей в европейской части СССР // Труды Зоол. ин-та. XXV. 1958. С. 255–303.

Стрелков П. П. Материалы по зимовкам перелетных видов рукокрылых (Chiroptera) на территории бывшего СССР и смежных регионов. Сообщение 1. Vespertilio murinus L. Plecotus et al. 2001. N 4. P. 25–41.

Стрелков П. П. Материалы по зимовкам перелетных видов рукокрылых (Chiroptera) на территории бывшего СССР и смежных регионов. Сообщение 2. Nyctalus noctula // Plecotus et al. 2002. N 5. P. 35–57.

Стрелков П. П. Экологические наблюдения за зимней спячкой летучих мышей (Chiroptera, Vespertilionidae) Ленинградской области // Труды Зоол. ин-та АН СССР. 1971. Т. 48. С. 251–303.

Чистяков Д. В. Оценка современного состояния зимовок рукокрылых (Chiroptera Vespertilionidae) Ленинградской области // Вестник СПбГУ. 1999. Сер. 3. Вып. 1 (№ 3). С. 41–47.

Чистяков Д. В. Оценка современного состояния зимовок рукокрылых (Chiroptera Vespertilionidae) Ленинградской области // Вестник СПбГУ. 1999. Сер. 3. Вып. 1 (3). С. 41–47.

Britton A. R. C., Jones G., Rayner J. M. V. et al. Flight performance, echolocation and foraging behavior in pond bats, Myotis dasycneme (Chiroptera: Verpertilionidæ) // J. Zool. London. 1997. V. 241 (3). P. 503–522.

Horáček I., Hanák V., Gaisler J. Bats of the Palearctic region: a taxonomic and biogeographic review. Krakow, Proceedings of the VIII-th EBRS 2000. N 1. P. 11–157.

Hutson A. M., Aulagnier S. & Nagy Z. 2008. Myotis dasycneme. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 November 2009.

Jens Rydel. Eptesicus nilssonii. Mammalian species. 1993. N 430. P. 1–7.

Limpens H. J. G. A., Lina P. H. C., Hutson A. M. Action plan for the conservation of the pond bat in Europe (Myotis dasycneme) // Council of Europe. Nature and Environment. 2000. N 108. 50 p.

Recherche de sites par espèce: Mammifères: Vespertilion des marais (Myotis dasycneme) http://natura2000.environnement.gouv.fr/especes/1318.html Downloaded on 17 November 2009.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ковалев Дмитрий Николаевич
ведущий научный сотрудник
ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, биолого-почвенный факультет
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 198504
эл. почта: dimakov@list.ru
тел.: +7921 9981219

Попов Игорь Юрьевич
старший научный сотрудник, к. б. н.
ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, биолого-почвенный факультет
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 198504
эл. почта: igorioshapopov@mail.ru
тел.: (812)3289703

Kovalyov, Dmitry
Faculty of Biology and Pedology, St. Petersburg State University
7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia
e-mail: dimakov@list.ru
tel.: +7921 9981219

Popov, Igor
Faculty of Biology and Pedology, St. Petersburg State University
7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia
e-mail: igorioshapopov@mail.ru
tel.: (812)3289703

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 82–86

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 681.3

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ)

А. Ф. ТИТОВ[1], В. Т. ВДОВИЦЫН[1], А. М. КРЫШЕНЬ[1], В. А. ЛЕБЕДЕВ[2], А. К. ПОЛИН[3]

[1] Карельский научный центр РАН
[2] Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН
[3] Институт геологии КарНЦ РАН

Представлены основные подходы к созданию информационно-аналитической системы поддержки и сопровождения междисциплинарных исследований природных ресурсов и окружающей среды региона с целью формирования репрезентативной сети ООПТ Республики Карелия. Основное внимание уделено вопросам разработки комплексной онтологии по естественным наукам, охватывающим предметные области исследований участников проекта, которая положена в основу технологий систематизации и поиска научной информации. Также представлено описание картографического сервиса, разработанного на основе пакета MapServer v.4.10.3 и стандартов Open Geospatial Consortium с использованием программной оболочки P.MAPPER v.3.2. и технологии AJAX.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, информационная система, геоинформационная система.

A. F. Titov, V. T. Vdovitsyn, A. M. Kryshen', V. A. Lebedev, A. K. Polin. APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROTECTED AREA NETWORK DEVELOPMENT (CASE STUDY OF KARELIA)

The paper presents the main approaches to the creation of the information analysis system for support and maintenance of interdisciplinary studies of regional natural resources and environment with view of establishment of a representative PA network in Republic of Karelia. It focuses on developing the comprehensive ontology of the natural sciences, covering the subject areas of project participants' research, which was chosen as the basis for the technology of scientific data systematization and retrieval. The paper also contains the description of the map service developed on the basis of MapServer v.4.10.3 and Open Geospatial Consortium standards using P. MAPPER v.3.2. program shell and AJAX technology.

Key words: protected areas, information system, geoinformation system.

На протяжении нескольких десятилетий учеными КарНЦ РАН активно ведутся разноплановые исследования природных ресурсов Карелии, благодаря которым к настоящему времени собрана обширная и уникальная научная информация. При этом одним из наиболее активно развивающихся в последние годы научных направлений являются комплексные (мультидисциплинарные) исследования, связанные с созданием и развитием сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Карелия. Важно, что в современных условиях определение общей стратегии сохранения природы, оптимальный выбор территорий, отвечающих определенному набору критериев, предъявляемых к ООПТ [Научное обоснование.., 2009], не может осуществляться без применения современных информационных технологий. Поэтому с целью развития, интеграции и эффективного использования электронных научных информационных ресурсов (карт, электронных научных публикаций, баз данных и т. п.) в КарНЦ РАН в настоящее время разрабатывается с использованием ГИС- и Веб-технологий и методов онтологического моделирования проект по созданию информационно-аналитической системы (ИАС) поддержки и сопровождения научных исследований «Природные ресурсы Карелии» – http://ias.krc.karelia.ru [Титов и др., 2010].

Как показывает анализ, значительную часть электронных научных информационных ресурсов, имеющихся в КарНЦ РАН, составляют именно пространственно распределенные данные (карты, схемы и т. п.). Цифровой картографический фонд постоянно пополняется по результатам исследований в рамках различных международных проектов, программ Президиума и Отделений РАН, грантов РФФИ, а также договорных НИР [Полин и др., 2005; Литинский, 2007; Антипин и др., 2008]. При этом наряду с использованием коммерческих программ настольной картографии (MapInfo 6.0 и 8.5, ArcView3.2, ArcGIS 9.2.) используется и свободно распространяемая ГИС-программа «GRASS» (Geographic Resources Analysis Support System, http://grass.itc.it/).

Вполне понятно, что накопленный обширный фактический материал по природе, культуре и экономике Карелии требует определенной систематизации. Кроме того, необходимо сделать эти материалы доступными в справочном режиме для возможно более широкого круга потенциальных пользователей. Среди коммуникационных аспектов организации научного общения выделим две основные активно развивающиеся в последнее время технологии доступа к данным и их представления.

1) ГИС-технологии – это современная ресурсоемкая технология представления географической и территориально привязанной информации. Однако высокая ее стоимость ведет к тому, что данная технология, как правило, используется на ограниченном числе рабочих мест.

2) Интернет-технологии, которые максимально приспособлены для использования на любом рабочем месте и с минимальными затратами обеспечивают стандартизованный доступ к самой разнообразной информации.

Совместная реализация этих информационных технологий позволяет создавать информационные ресурсы в среде архитектуры client/server и обеспечивает взаимодействие между пространственной и атрибутивной информацией. Особенно активно это направление стало развиваться в связи с появлением технологии AJAX (от англ. Asynchronous Javascript and XML – «асинхронный JavaScript и XML»), применение которой позволяет существенно сократить трафик, уменьшить нагрузку на сервер и сократить время реакции интерфейса клиента (т. е. позволяет делать динамические запросы к серверу без видимой перезагрузки веб-страницы) [Кошкарев, 2008]. Отметим, что AJAX стал особенно популярен после использования его компанией Google в сервисах «Gmail», «Google Maps» и «Google Suggest».

Одновременно в связи с наблюдаемой тенденцией перехода на свободно распространяемое программное обеспечение (ПО), был осуществлен переход с ASP и ASP-map на PHP и GeoServer. PHP – это альтернатива ASP, разрабатываемая по модели Open Source (с открытым исходным кодом), которая работает на множестве платформ, включая Linux и Windows.

Таким образом, при построении ИАС мы используем свободно распространяемое ПО в формате LAMP – «стандартный» набор для создания веб-сайтов (Linux, Apache, MySQL, PHP). При этом в данной разработке используются следующие Linux-версии соответствующих программных продуктов – Apache v. 2.2.4, PHP v. 5.2.3, MySQL v.5.0.45. Для Web-сервера используется Ubuntu Server v.7.10, а для GeoWeb-сервера – MapServer v. 4.10.3, который является очень мощным инструментом создания картографических web-сервисов и по своей функциональности не уступает платному ПО, а по части легкости переконфигурирования и интеграции с СУБД превосходит многие из них. Исходно MapServer разрабатывался учеными и

специалистами Университета Миннесоты совместно с Департаментом Природных ресурсов штата Миннесота и NASA, а в настоящее время поддерживается в рамках проекта Terra SIP. Инструментарий, используемый для визуализации карт – P.MAPPER v.3.2.0.

Топографическая привязка картографического материала проводилась нами на основе цифровых векторных топографических карт М 1 : 1 000 000 (Аэрогеодезия, 1993 г.). Для более детального изучения территории использовалась цифровая топооснова М 1 : 200 000 как в растровом (ВТУ ГШ 1993 г.), так и векторном форматах.

Ряд территорий (как правило, территории ООПТ) имеют более детальное картирование природных объектов (например, карты четвертичных отложений и болотных объектов ООПТ «Толвоярви», «Койтайоки», «Тулос», «Калевальский») с корректировкой картографического материала сканерным космическими снимками LANSAT-7 различных лет. Большой популярностью для геопривязки природных объектов пользуется также мозаика из сцен Landsat 7/ETM+ (актуальность данных 1999–2002 гг.). Данные представляют собой трехканальные (используется комбинация каналов 7-4-2) мозаики (Global Land Cover Facility (http://glcf.umiacs.umd.edu).

В рамках создания ИАС для решения задач систематизации и организации поиска разнородной научной электронной информации нами разрабатывается подход, основанный на совместном применении ГРНТИ и методов онтологического моделирования.

Для построения и развития комплексной предметной онтологии в рамках проводимых исследований природы Карелии привлечены ведущие специалисты из научных учреждений КарНЦ РАН в области биологии, сельского и лесного хозяйства, геологии, гидрологии и др. Применительно к природоохранной тематике в настоящее время разработаны и реализованы технологии: предметизации публикаций по отношению к рубрикам ГРНТИ с формированием соответствующего электронного каталога (систематизация по ГРНТИ); индексации публикаций с формированием базы данных индексов; формирования тематического запроса на поиск документов с использованием онтологии; поиска документов как по рубрикам ГРНТИ, так и по сформированному логическому условию отбора, а также технологии загрузки и редактирования онтологии [Вдовицын, Лебедев, 2008, 2010].

Основные номенклатуры терминов и названий объектов, отображенных на карте и описанных в соответствующих атрибутивных базах данных, электронных научных публикациях и электронных коллекциях, показаны ниже:

- коренная геология, типы геологических тел, горные породы с разновидностями, геохронологическая шкала;
- тектоника, тектонические циклы, пликативные структуры, тип складки, вид складки, форма складки, дизъюнктивные структуры, вид разрыва, разлома, тип надвига, сброса;
- четвертичная геология, типы и формы рельефа, четвертичные отложения;
- минерально-сырьевые ресурсы, металлические полезные ископаемые, неметаллические полезные ископаемые;
- гидрография, названия рек, озер, водохранилищ, каналов, списки характеристик;
- почвы, типы и виды почв, материнские породы, биопродуктивность;
- ландшафты, типы ландшафтов;
- болота, названия болот и систем, типы болотных участков, массивов и болотных систем;
- леса, типы лесов, типы лесных ландшафтов, лесные биогеоценозы;
- биологические ресурсы, виды ресурсов: ресурсы растительного мира, ресурсы животного мира, характеристики;
- особо охраняемые природные территории (ООПТ), названия ООПТ, категории ООПТ;
- населенные пункты;
- дороги.

Поиск необходимой пользователю информации в ИАС может быть осуществлен (помимо обращения к цифровой карте) по некоторому условию, содержащему тематические термины в их логической связи. Построить такое условие не просто. Поэтому предусмотрен сервис построения тематических запросов с использованием онтологии. Сначала пользователь выбирает требуемую рубрику рубрикатора ГРНТИ, после чего ему визуализируется соответствующий раздел таксономии, в котором он должен отметить интересующие его термины. Этот список терминов на следующем этапе используется для построения запроса.

Таким образом, главной особенностью разрабатываемой системы (наряду с применением современных ГИС и Web-технологий) является создание и использование онтологии для систематизации и структурирования разнородной научной информации и разработка на ее основе эффективной системы информационного поиска. При этом предполагается, что по запросу пользователя система сможет предоставлять ему не только соответствующие

тематические слои и атрибутивную информацию из баз данных, но и другую сопутствующую научную информацию (электронные научные публикации по теме запроса, документы из электронных библиотек и т. п.), соответствующие его информационным потребностям. Для этого разработана оригинальная технология индексации электронных научных информационных ресурсов, созданных в институтах КарНЦ РАН и других научных организациях. Такой подход к созданию ИАС даст возможность специалистам оперативно анализировать большие объемы разнородной научной информации. Тем самым мы стремимся добиться повышения уровня информационного обеспечения исследователей, в частности, ведущих междисциплинарных исследований природных ресурсов и окружающей среды региона с целью формирования и развития репрезентативной сети ООПТ Республики Карелия.

Работы по созданию данной информационной системы поддержаны грантами РФФИ № 09-07-12074 офи_м и № 08-07-00085а. Авторы статьи выражают благодарность разработчикам основных программных сервисов ИАС Н. Б. Луговой, М. В. Гушкалову, В. Г. Старковой, а также всем сотрудникам научных учреждений КарНЦ РАН, участвующим в формировании комплексной онтологии, соответствующих тематических слоев и атрибутивной информации.

Литература

Антипин В. К., Токарев П. Н. Разработка методики составления электронных картографических баз данных растительных ресурсов болот Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. Серия Биогеография. Вып. 12. Петрозаводск, 2008. С. 3–8.

Вдовицын В. Т., Лебедев В. А. Онтологии для тематического поиска данных в коллекциях электронной библиотеки // Труды X Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Дубна, Россия, 7–11 октября 2008 г. С. 63–69.

Вдовицын В., Лебедев В. Технологии систематизации и поиска электронной научной информации с применением онтологий // Информационные ресурсы России. 2010. № 5. С. 6–10.

Кошкарев А. В. Инфраструктура пространственных данных Финляндии // Пространственные данные. 2008. № 1. – http://www.gisa.ru/44536.html.

Литинский П. Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 107 с.

Научное обоснование развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия / Под ред. А. Н. Громцева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 112 с.

Полин А. К., Скворцова А. С. Применение ГИС и Интернет-технологий для информационного обеспечения процессов рационального природопользования Республики Карелия // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. Материалы второй Междунар. науч. конф. Петрозаводск, 2005. С. 170–172.

Титов А. Ф., Вдовицын В. Т., Лебедев В. А., Полин А. К. Информационно-аналитическая система поддержки и сопровождения исследований природных ресурсов региона // Труды XII Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». RCDL-2010, Казань. 13–16 октября 2010 г. 2010. С. 529–534.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Титов Александр Федорович
зав. лаб. экологической физиологии растений, чл.-кор. РАН, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: krcras@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769710

Вдовицын Владимир Трофимович
руководитель лаб. информационных компьютерных технологий, к. ф.-м. н.
Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: vdov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769679

Titov, Alexandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: krcras@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769710

Vdovitsyn, Vladimir
Institute of Applied Mathematical Research, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vdov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769679

Крышень Александр Михайлович
главный научный сотрудник, д. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769601

Лебедев Виктор Алексеевич
старший научный сотрудник, к. э. н.
Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Vl777@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 766312

Полин Александр Константинович
ведущий научный сотрудник, к. ф.-м. н.
Институт геологии КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: polin@krc.karelia.ru
тел.: (8142)783630

Kryshen', Alexandr
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769601

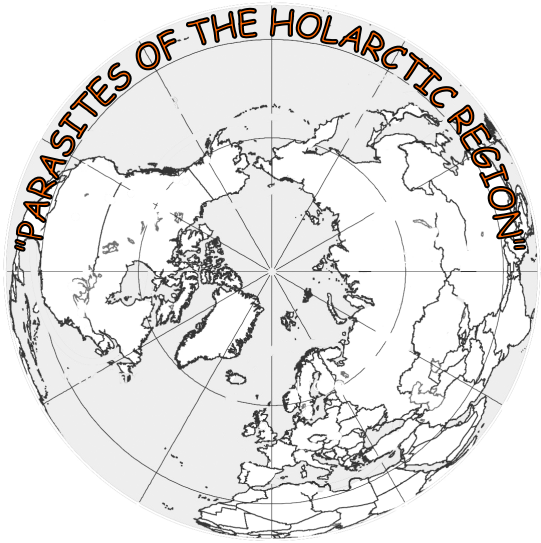
Lebedev, Viktor
Institute of Applied Mathematical Research, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Vl777@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 766312

Polin, Alexandr
Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: polin@krc.karelia.ru
tel.: (8142)783630

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 87–91

ХРОНИКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «ПАРАЗИТЫ ГОЛАРКТИКИ» (Петрозаводск, 4–8 октября 2010 г.)



4–8 октября 2010 г. в Институте биологии Карельского научного центра РАН проходил Международный симпозиум «Паразиты Голарктики». Организаторами симпозиума выступили лаборатория паразитологии животных и растений ИБ КарНЦ РАН, лаборатория паразитических червей ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург) и Паразитологическое общество при РАН. Симпозиум проводился при финансовой поддержке ОБН Российской академии наук, РФФИ, грант 10-04-06108-г, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

В работе симпозиума приняло участие более 70 человек, представлявших институты РАН, научно-исследовательские организации, вузы России, а также научные и образовательные учреждения Украины, Белоруссии, Азербайджана, Армении, Грузии, Ирана, Ирака, Индии, Италии, Чехии, Венесуэлы. Симпозиум сохранил все лучшие традиции и опыт предыдущих конференций. Он позволил объединить и обсудить накопленный за последнее время новый теоретический и практический опыт не только российских специалистов, но и ученых из многих других стран и внес существенный вклад в развитие паразитологии. Активное участие в работе симпозиума принимали молодые ученые, педагоги, аспиранты и студенты.

Научная программа конференции включала рассмотрение и обсуждение основных результатов исследований по различным направлениям современной паразитологии. Выступления ведущих специалистов освещали широкий круг вопросов, связанных с фауной, динамикой численности и структурой сообществ паразитов наземных и водных животных, а также растений. Рассматривались закономерности пульсации ареалов, некоторые гипотезы изменения и эволюции фауны паразитов Голарктики. Тематика ряда докладов была посвящена разработкам современных вопросов экологии, систематики, цитологии и генетики паразитов. Рассматривались вопросы, связанные с проблемой вида, внутривидовой изменчивости и полиморфизма паразитов, демонстрирующие результаты, полученные как традиционными морфологическими методами, так и современными генетическими методами исследований. Особое внимание отводилось проблемам природно-очаговых заболеваний и инфекций, опасных для человека и животных. Анализировались естественные и антропогенные причины динамики ареалов иксодовых клещей и кровососущих комаров.

Участники симпозиума заслушали и обсудили 10 пленарных докладов, 51 устное сообщение и 15 стендовых презентаций. Первый день работы симпозиума был посвящен пленарным докладам. В докладе Е. П. Иешко (ИБ КарНЦ РАН) дан анализ современных представлений о паразитизме как экологическом явлении, подходам и методам его изучения. Изложены современные подходы к моделированию численности паразитов. Показано, что существующие природные паразитарные системы в большинстве случаев устойчивы. Агрегированность распределения паразитов в популяции хозяев является результатом действия двух разнонаправленных факторов, определяемых как сопротивляемость хозяина и приживаемость паразита. В этой связи оценки параметров *k* и *p* негативно-биномиального распределения могут быть использованы как показатели, отражающие динамику взаимодействия в системе «паразит – хозяин». При этом *k* характеризует изменения заражения, связанные с различиями в индивидуальной устойчивости и силе иммунных реакций хозяина, а *p* определяет успех приживаемости и размножения паразитов. Проведение подобных исследований имеет хорошие перспективы в развитии понимания природы паразитизма, его места и роли в существовании и динамике сообществ. В докладе К. В. Галактионова (ЗИН РАН) рассмотрены вопросы молекулярной таксономии, филогении и связанной с ними проблемы исторической биогеографии некоторых трематод птиц морского прибрежного комплекса на примере микрофаллид группы “pygmaeus” (МГП) (Microphallidae) – широко распространенных паразитов морских уток, чаек и куликов на побережье морей Голарктики. Топология полученных филогенетических деревьев указывает на то, что обособление общего предка этих паразитов от линии *M. similis* могло произойти после экспансии тихоокеанских *Neritrema* в арктическую Атлантику вслед за первым открытием Берингова пролива в плиоцене (около 3,5 млн лет тому назад). Местообитания в арктической Атлантике послужили центром для последующего расселения и видообразования МГП. С. В. Зиновьева (ИПЭЭ РАН) показала, что иммунитет растений к фитопатогенам является одним из важнейших факторов развития взаимоотношений между партнерами: морфофункциональное состояние и особенности развития фитопаразитических нематод на различных по устойчивости сортах растений (томатов, картофеля) имеют определенную специфику. Иммунный статус растений оказывает весьма существенное влияние на популяцию паразитов (размеры, продолжительность жизненного цикла, плодовитость, возрастно-половая структура) и приводит к формированию полиморфной структуры в пределах вида фитонематод. В докладе Л. В. Аникиевой (ИБ КарНЦ РАН) показаны широкие адаптивные возможности паразитов, которые проявляются в динамике фенотипического разнообразия и структуры популяции. Особенности морфологии, разная направленность изменчивости признаков и ослабление коррелятивных связей свидетельствуют о формировании адаптивных модификаций паразитов, под защитой которых в новых условиях может происходить перестройка их генотипа. Л. Г. Поддубная (ИБВВ РАН) на примере представителей малоизученной группы плоских червей Gyrocotylidea, являющихся паразитами спирального клапана глубоководных цельноголовых рыб (химер) отряда Holocephala, выявила значение ультраструктурных признаков для определения филогенетического родства Gyrocotylidea в ряду церкомероморфных червей. Интересные факты биологии гирокотилид как классический образец их паразитирования – наличие пары червей в одной рыбе – функциональной единицы для перекрестного оплодотворения, а также заражение определенной стадии развития червей в конкретной возрастной группе химер объяснены с позиций древних эколого-эволюционных взаимоотношений реликтовых червей и примитивных палеозойских цельноголовых рыб. Г. И. Атрашкевич (ИБПС ДВО РАН) представил современный обзор данных о видовом разнообразии скребней (Acanthocephala) азиатской Субарктики. Изучение биоты Субарктики как особого типа физико-географической среды издавна привлекает внимание биологов различных специальностей, в том числе паразитологов. Инвентаризация скребней азиатской Субарктики показала их высокое таксономическое и экологическое разнообразие, отражающее общую характерную черту типа – относительно большое число таксонов высокого ранга. Большинство видов скребней (46) представлено паразитами птиц, из которых не менее 36 зарегистрированы у водоплавающих, рыбоядных и околоводных птиц и только 10 – у «типично наземных» воробьиных птиц. Скребни 16 видов – паразиты рыб (12 – пресноводных, 4 – морских и проходных). Скребни 10 видов облигатно паразитируют у млекопитающих: девять – у морских (ластоногих и китообразных) и только один (*Moniliformis clarki*) – у наземных. Коллективом авторов Л. И. Груздевой, Е. М. Матвеевой, А. А. Сущук (ИБ КарНЦ РАН) представлены сведения о паразитических

нематодах биоценозов Карелии – важной составляющей сообществ почвенных организмов, а в северных биоценозах – наиболее многочисленной группы, где представители микро- и мезофауны значительно уступают нематодам по численности и богатству видового состава. Фитонематоды являются облигатными или факультативными паразитами растений. Питаясь за счет живых растений, они влияют на их рост, развитие и продуктивность. Особый интерес представляют данные, характеризующие фауну нематод луговых ценозов островов Белого моря, Онежского и Ладожского озер. По своему происхождению и природным условиям данные биоценозы являются уникальным примером формирования послеледниковой почвенной фауны биотопов, в разной степени затронутых хозяйственной деятельностью человека.

Начиная со второго дня работа симпозиума проводилась по пяти секциям. Представленные доклады в секции № 1 «Фауна, систематика и филогения паразитов» охватывали вопросы фауны, систематики и филогении паразитов широкого круга хозяев: паразитов моллюсков, крабов, амфибий, морских и пресноводных рыб. Особое внимание уделялось паразитическим членистоногим и гельминтам мелких млекопитающих, рукокрылых и птиц. Представлены зоогеографические и молекулярно-генетические закономерности становления фауны различных паразитических групп. Так, например, Ю. И. Бакай дал детальную характеристику формирования фауны паразитов золотистого морского окуня *Sebastes marinus*. А. Н. Карасевым с соавторами рассмотрены материалы по паразитам криопелагических рыб Карского моря и сопредельных вод. Е. В. Кочерга изложены результаты исследования гельминтофауны рыб бассейна реки Амур. А. В. Кривопаловым рассмотрены вопросы становления гельминтофауны мышеобразных грызунов обширного района, охватывающего юг западной и средней Сибири. Г. Н. Доровских предложены новые теоретические подходы к изучению структуры паразитофауны рыб в связи с размерами паразитов. Секция № 2 «Экология, популяционная биология паразитических организмов и взаимоотношения в системе „паразит – хозяин“» охватывала вопросы циркуляции опасных природно-очаговых заболеваний (малярии, чумы, клещевого энцефалита, арбовирусных инфекций, бореллиозов) в природных комплексах и оценку роли различных переносчиков болезней (блох, клещей и др.). Представлены сообщения о популяционной биологии, особенностях экологии и многолетней динамике массовых гельминтов хищных млекопитающих. Показаны экологические и возрастные особенности формирования паразитофауны рыб, млекопитающих и птиц. Р. Р. Драб представлены многолетние данные, характеризующие изученность и распространенность арбовирусных инфекций среди членистоногих Ривненской области западной Украины. А. Н. Пельгуновым выполнен подробный качественный анализ распределения по хозяевам дилепидид (сем. Dilepididae Fuhrman, 1907) куликов. Г. И. Извековой с соавторами рассмотрены закономерности влияния *Caryophyllaeus laticeps* (Cestoda) на активность пищеварительных ферментов леща. Результаты исследований физиологических аспектов отношений «паразит – хозяин» были представлены в докладе М. М. Куклиной на примере взаимоотношений моевки *Rissa tridactyla* и цестоды *Alcataenia larina* (Cestoda: Dilepididae). В рамках работы секции № 3 «Биохимия, молекулярная биология и иммунология паразитов» рассмотрены механизмы генетической и иммунно-физиологической устойчивости хозяев к заражению паразитами. Представлены современные данные по оценке особенностей естественной резистентности и приобретенного иммунного ответа хозяев на паразитарную инвазию. Рассмотрены результаты молекулярно-генетических исследований с использованием ПЦР-анализа в изучении взаимоотношений «паразит – хозяин» и диагностики гельминтозов и инфекций. Большой интерес вызвал доклад Л. В. Контримавичуса и коллектива авторов, представивших современные данные о филогеографии цестоды бурозубок *Monocercus arionis* (Dilepididae) в Средней Европе по результатам анализа митохондриальной ДНК. На примере трематод рода *Crepidostomum* (Trematoda: Allocreadiidae) Д. М. Атопкиным и М. Б. Шедько рассмотрены филогенетические связи паразитов на юге Дальнего Востока России. О. Н. Жигилевой предпринята попытка оценить корреляцию между зараженностью трематодами и генетическими параметрами популяций сибирских карповых рыб. В ходе работы секции № 4 «Биология, морфология и ультраструктура паразитов» рассмотрены новые данные о строении паразитов – морфологии сколекса, нервной и половой систем у различных видов цестод, особенностях жизненных циклов плоских червей и плодовитости трематод. Так, например, Ж. В. Корневой и С. А. Корниенко были представлены последние достижения в изучении ультраструктуры матки и формировании синкапсул у *Ditestolepis diaphana* (Cestoda: Cyclophyllidae). В докладе К. В. Регель впервые выявлено участие пиявки *Erpobdella octoculata* L.



в жизненных циклах *Kowalewskius parvula* [Kowalewski, 1904] и *Kowalewskius formosa* [Dubinina, 1953] comb. nov. в бассейне Колымы. Работа секции № 5 «Паразитарные сообщества в условиях антропогенно трансформированных экосистем. Паразитологические проблемы аквакультуры и сельского хозяйства, изучение эпизоотий патогенных видов паразитов» позволила рассмотреть и оценить экологические риски, связанные с инвазией новых видов животных и паразитов, изучить закономерности устойчивости и динамики природных очагов опасных заболеваний (энцефалит, болезнь Лайма, туляремия, некоторые гельминтозы), формирующих эпидемиологическую ситуацию и уровень опасности для человека и животных. В докладе С. В. Бугмырина и Л. А. Беспятовой представлены результаты мониторинга численности клещей *Ixodes persulcatus* в среднетаежной подзоне Карелии, свидетельствующие о начале очередной 4-летней фазы подъема численности этого вида и обострении общей эпидемиологической ситуации. Ю. Ю Барской с соавторами исследована проблема гиродактилеза лососевых рыб, которая стала весьма актуальной для

Карелии в связи с динамично развивающейся отраслью рыбного хозяйства – садковым товарным форелеводством на внутренних озерах. Получены данные, характеризующие распространение, генетическую и морфологическую структуру опасного паразита лососевых рыб *Gyrodactylus salaris* RBT. Участники симпозиума не обошли своим вниманием и стендовые доклады, тематика которых в целом совпадала с вопросами и проблемами, поднятыми в устных сообщениях.

На закрытии симпозиума «Паразиты Голарктики» научный комитет и участники симпозиума отметили, что научными организациями всех стран-участниц симпозиума выполнен значительный объем исследовательских работ и получены новые оригинальные результаты по изучению различных аспектов фауны паразитов, цитологии, биохимии, генетики и паразито-хозяинных отношений у разных видов организмов. В принятой резолюции было указано, что изучение паразитов животных и растений в естественных и трансформированных сообществах – одно из приоритетных фундаментальных направлений исследований ведущих научных школ мира. Изучение паразитизма, проблемы инвазийных видов приобретают все большую актуальность в связи с ростом антропогенного воздействия на биосферу и ее составляющие. Заслушанные доклады и дискуссии по основным направлениям паразитологии показали актуальность и высокий уровень представленных сообщений. Симпозиум способствовал сохранению и развитию традиций действующих школ России и зарубежья, восстановлению и укреплению научных связей между учеными из различных стран, формированию приоритетов развития современной паразитологии.

К началу симпозиума был издан сборник научных статей «Паразиты Голарктики» (Петрозаводск, 2010), в который вошли материалы не только участников симпозиума, но и тех докладчиков, которые не смогли приехать на симпозиум по тем или иным причинам. По объему материалов (21,4 п.л. в 2-х томах), разнообразию направлений и объектов исследований сборник отражает успехи современной паразитологии.

Е. П. Иешко, Д. И. Лебедева, Л. В. Аникиева

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 92–96

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ШУБИН
(к 85-летию со дня рождения)



29 октября 2010 г. исполнилось 85 лет со дня рождения профессора, доктора биологических наук, заслуженного деятеля науки РФ, заслуженного лесовода КАССР Владимира Ивановича Шубина – известного в России и за рубежом ученого в области лесовосстановления и лесной микологии. В. И. Шубин родился 29 октября 1925 г. на станции Исакогорка Северной железной дороги в Архангельской области в семье служащих. Летом 1941 и 1942 гг. он работал на лесных озерах в рыболовецкой артели от железнодорожной столовой. В январе 1943 г. из десятого класса школы был призван в армию. После окончания пулеметного училища 18-летний лейтенант, командир пулеметного взвода участвовал в боях на Ленинградском и 2-м Белорусском фронтах, войну закончил в Германии.

Демобилизовавшись из армии в 1946 г., Владимир Иванович поступает на лесохозяйственный факультет Архангельского лесотехнического института, после окончания которого в 1951–1954 гг. обучается в аспирантуре при Карело-Финском филиале АН СССР. В 1956 г. молодой ученый защитил кандидатскую диссертацию на тему «Влияние различных способов обработки почвы на микофлору и лесовосстановление». С 1954 г. начинается творческий путь Владимира Ивановича как ученого – исследователя лесов Карелии: младший научный сотрудник (1954–1958 гг.) Отдела леса (с 1957 г. – Институт леса) Карело-Финского филиала АН СССР, ученый секретарь Института леса Карельского филиала АН СССР (1958–1960 гг.), и. о. директора института (1962–1963 гг.), старший научный сотрудник (1963–1965 гг.), более 20 лет (1966–1988 гг.) возглавлял одну из ведущих лабораторий Института леса КФ АН СССР – лесовосстановления и защиты леса, в настоящее время – главный научный сотрудник лаборатории лесной микологии и энтомологии Института леса Карельского научного центра РАН. В 1964 г. ему присвоено ученое звание старшего научного сотрудника, в 2003 г. – профессора.

С 1957 г. В. И. Шубин возглавил исследования по лесовосстановлению на вырубках Карелии, начатые в 1951 г. под руководством

известного лесовода проф. Н. Е. Декатова. Основное направление этих исследований – научное обоснование и разработка агротехники и технологии искусственного лесовосстановления. Для решения актуальных задач по успешному восстановлению вырубаемых лесов творческим коллективом исследователей, возглавляемым В. И. Шубиным, обследованы лесные культуры на многих гектарах вырубок и заложено множество опытных участков в лесхозах Карелии и Мурманской области. Основные итоги этих исследований обобщены в многочисленных книгах, сборниках и брошюрах, служивших настольными пособиями для нескольких поколений исследователей и практических работников лесного хозяйства: Посев леса на вырубках (1961, в соавт.), Выращивание сеянцев в лесных питомниках (1962, в соавт.), Посадка леса на вырубках (1964, в соавт.), Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера (1969, в соавт.), Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера (1973, в соавт.), Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области (1975) и др. К важным прикладным разработкам этого направления относится составление с его участием Руководства по лесовосстановлению в Гослесфонде Республики Карелия (1969, 1984, 1995), которое является основным нормативным документом регионального значения по восстановлению вырубаемых лесов республики, и ряда других практических рекомендаций.

Одновременно с начала 1950-х гг. Владимир Иванович большое внимание уделяет изучению микоризы – сожительства (симбиоза) грибов и корней древесных растений, экологии микоризных шляпочных грибов (большая часть из которых относится к съедобным), их связей с древесными породами и вопросам использования преимуществ микосимбиотрофии при создании искусственных насаждений. Интерес к микоризе появился еще в студенческие годы при сборе материалов для дипломного проекта под руководством доцента Ю. В. Адо. Тема дипломного проекта «Изучение микоризы и микоризообразователей в учебно-опытном лесхозе АЛТИ». Сейчас В. И. Шубин – известный в нашей стране и за рубежом специалист в области микосимбиотрофии древесных растений. Институт леса КарНЦ РАН – единственное в России научное учреждение, где проводятся долговременные исследования в этом направлении. Результатом плодотворного многолетнего труда явились защита им докторской диссертации на тему «Макромицеты-симбиотрофы лесных фитоценозов таежной зоны Европейской части СССР», а также более 260 научных публикаций, в том числе более 30 монографий, брошюр, руководств, наставлений, рекомендаций. Среди них монографии: «Грибы Карелии и Мурманской области» (1979, в соавт.), «Микотрофность древесных пород и ее значение при разведении леса в таежной зоне» (1973), «Микоризные грибы Северо-Запада Европейской части СССР» (1988), «Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование» (1990) и др. Жителям Карелии широко известна книга В. И. Шубина «Грибы северных лесов», выдержавшая пять изданий, а в 2009 г. в соавторстве с О. О. Пред-теченской им выпущен цветной справочник «Грибы съедобные, ядовитые, охраняемые (Справочник грибника)». В 1985 и 1995 гг. он участвовал в подготовке «Красной книги Карелии», а в 2007 г. «Красной книги Республики Карелия». Под его руководством подготовлены 5 кандидатов наук, и они, как и В. И. Шубин, верны избранному делу.

Владимир Иванович – научный руководитель и ответственный исполнитель более 20 госбюджетных и хоздоговорных НИР. Исследования ученого поддержаны грантами различных научных фондов и программ, таких как Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), ФЦП «Российский лес», программами фундаментальных исследований Президиума РАН и ОБН РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» и «Биологическое разнообразие». Он был удостоен Государственной научной стипендии РАН для выдающихся ученых и стипендии Сороса. Труд на благо науки и лесного хозяйства оценен присвоением почетных званий Заслуженный лесовод Карельской АССР (1974 г.) и Заслуженный деятель науки РФ (1996 г.), отмечен тремя медалями ВДНХ СССР, Почетными грамотами РАН и профсоюза работников РАН и другими наградами.

Как участник Великой Отечественной войны он награжден орденом Отечественной войны II степени, медалями «За отвагу», «За взятие Кенигсберга», «За победу над Германией» и юбилейными медалями.

Поздравляя В. И. Шубина с юбилеем, хочется от всей души пожелать ему воплощения всех намеченных планов, долголетия и творческих свершений!

В. И. Крутов, О. О. Предтеченская

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ В. И. ШУБИНА

1957. К вопросу о росте сосны и ели на органическом субстрате // Труды Карел. филиала АН СССР. Вып. 7. С. 127–133.

1959. Исследования по вопросу агротехники лесных культур на концентрированных

вырубках в южной Карелии // Труды Карел. филиала АН СССР. Вып. 16. С. 47–81. (Совместно с Л. В. Поповым).

1961. Посев леса на вырубках. Петрозаводск. 110 с. (Совместно с Л. В. Поповым, М. С. Синькевичем).

Попов Л. В., Шубин В. И. К проблеме изучения микотрофии древесных пород Сибири // Тр. Восточно-Сибирского филиала АН, Сибирское отделение. С. 72–80. (Совместно с Л. В. Поповым).

1962. Выращивание сеянцев в лесных питомниках. Петрозаводск. 83 с. (Совместно с Т. И. Левкиной, В. К. Морозом, Р. К. Саляевым).

Особенности распространения фузариоза сосны на вырубках Карелии // Тр. Карел. филиала АН СССР. Вып. 34. С. 141–146.

1964. Влияние рыхления обнаженного минерального горизонта почвы на приживаемость и рост сеянцев лесных культур // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск. С. 104–117.

Лесоводственная оценка обработки почвы якорным покровосдирателем // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск. С. 94–103. (Совместно с А. И. Кузнецовой).

Посадка леса на вырубках. Петрозаводск. 46 с.

1965. Грибы Карельских лесов. Петрозаводск. 91 с.

Влияние удобрений на микоризность однолетних сеянцев сосны в питомниках на песчаных почвах // Плодородие почв Карелии. М.; Л. С. 1971–1982.

Микрофлора почв основных типов вырубок южной Карелии // Плодородие почв Карелии. М.; Л. С. 159–170. (Совместно с В. М. Данилевич).

1967. Интенсивность образования микориз у однолетних сеянцев сосны при химическом уходе за культурами // Гербициды и арборициды в лесном хозяйстве: доклады на координац.-методич. совещ., март 1967 г. ЛенНИИЛХ, 1967. С. 73–77.

Изменения микрофлоры почвы под влиянием гербицидов // Там же. С. 104–109. (Совместно с В. М. Данилевич).

1968. Микоризообразование у сеянцев сосны на переходных болотах // Учен. зап. Пермск. гос. пед. ин-та. Т. 64. С. 242–246.

1969. Изменение микрофлоры почвы лесного питомника в связи с обработкой ее карбокатионом и препаратом Д-Д // Гербициды и арборициды в лесном хозяйстве: докл. на координац.-метод. совещ., февр. 1969 г. С. 46–51. (Совместно с В. М. Данилевич, Л. В. Еремеевой).

Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск. 180 с. (Совместно с М. С. Синькевичем).

Рекомендации по разведению лиственницы в Карельской АССР. Петрозаводск. 16 с. (Совместно с Г. А. Гавриленко).

Рекомендации по разведению кедра сибирского в Карельской АССР. Петрозаводск. 12 с. (Совместно с Г. А. Гавриленко).

1970. Научные основы лесовосстановления в Карельской АССР // Материалы науч.-техн. конф. по вопросам сохранения, восстановления и экономного использования лесных ресурсов Карельской АССР. Петрозаводск. С. 88–103.

1971. Влияние частичной стерилизации почвы на ее микрофлору и микоризообразование у сосны в лесных питомниках // Удобрения и гербициды в лесном хозяйстве Европейского Севера СССР. Л. С. 111–125. (Совместно с Л. В. Еремеевой).

Изменение микрофлоры почвы лесных питомников под влиянием удобрений // Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск. С. 235–250. (Совместно с В. М. Данилевич).

Микрофлора почвы осушенных осоково-сфагновых переходных болот и влияние на нее агротехнических мероприятий // Там же. С. 251–264. (Совместно с В. М. Данилевич).

Плодоношение и урожайность съедобных грибов в спелых лесах Карелии // Лесные растительные ресурсы южной Карелии. Петрозаводск. С. 111–124.

Рост и микоризообразование у сеянцев хвойных пород при разной норме высева семян и внесении удобрений в питомниках // Удобрения и гербициды в лесном хозяйстве Европейского Севера СССР. Л. С. 46–56. (Совместно с А. А. Мордасем).

1973. Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера. Петрозаводск. 136 с. (Совместно с А. А. Шужмовым, В. И. Сибирцевой).

Микотрофность древесных пород и ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука. 262 с.

1975. Лесные культуры // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск. С. 66–121.

Природное районирование в связи с вопросами лесовосстановления // Там же. С. 180–204. (Совместно с М. Л. Раменской).

1976. Грибы северных лесов. Петрозаводск. 144 с.

Плодоношение съедобных грибов и содержание в них 2,4-Д // Воздействие 2,4-Д на биогеоценоз лиственно-сосновых молодняков. Петрозаводск. С. 44–50. (Совместно с И. Ю. Ивонисом, С. В. Родионовой, Х. И. Хирвонен).

1977. Влияние удобрений на плодоношение макромицетов березовых молодняков // Микология и фитопатология. Т. 11,

вып. 4. С. 294–303. (Совместно с Н. И. Ронконен, А. В. Саукконеным).

Содержание макроэлементов в шляпочных грибах в связи с применением удобрений // Биологическая и хозяйственная продуктивность фитоценозов Карелии. Петрозаводск. С. 115–119. (Совместно с В. К. Куликовой, Р. В. Леонтьевой).

Эффективность применения лесопосадочной машины ЛМД-1 в Карелии // Повышение эффективности лесовосстановительных мероприятий на Севере. Петрозаводск. С. 143–153. (Совместно с В. Я. Унтом, И. В. Ионины).

1979. Грибы Карелии и Мурманской области. Л.: Наука. 104 с. (Совместно с В. И. Крутовым).

1980. Вопросы микоризообразования в связи с взаимоотношениями почвенных микроорганизмов, задачи исследований // Микоризные грибы и микоризы лесообразующих пород Севера. Петрозаводск. С. 5–31.

О патогенной микрофлоре почв и задачи исследований по защите семян и всходов хвойных пород // Энтомофауна и патогенная микрофлора лесных фитоценозов Карелии и Мурманской области. Петрозаводск. С. 96–109. (Совместно с С. Н. Кивиниеми, Л. В. Еремеевой).

1983. Грибы Северных лесов. Петрозаводск. 166 с.

Обработка почвы под лесные культуры на вырубках западной части Европейского Севера. Состояние и перспективы // Вопросы лесовосстановления и лесозащиты в Карелии. Петрозаводск. С. 45–53.

Повреждаемость грибов и заселяющие их насекомые // Растительные ресурсы в связи с побочным пользованием в лесах Карелии. Петрозаводск. С. 96–118. (Совместно с Е. Б. Яковлевым).

Пути использования микотрофии древесных пород в лесном хозяйстве таежной зоны. Петрозаводск. 40 с.

1984. Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Карельской АССР, метод. руководство. Петрозаводск. 84 с. (Совместно с Н. Я. Васильевым, М. С. Синькевичем).

1985. Влияние почвенных грибов разных экологических групп на рост сеянцев сосны и ели // Насекомые и фитопатогенные грибы в лесных экосистемах. Петрозаводск. С. 152–167. (Совместно с С. Н. Кивиниеми, Л. В. Еремеевой).

Грибы // Красная книга Карелии. Петрозаводск. С. 98–111.

Культуры сосны обыкновенной на Северо-Западе таежной зоны Европейского Севера // Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии. Петрозаводск. С. 48–58. (Совместно с Л. А. Казаковым).

Методика выделения специализированных площадей для промышленных заготовок пищевых грибов в лесах европейской части СССР, метод. руководство. Гомель. 25 с. (Совместно с С. Н. Малым, С. Н. Козьяковым, А. Ф. Черкасовым, Е. Б. Яковлевым).

Методические рекомендации по использованию микотрофии древесных пород в лесном хозяйстве таежной зоны, метод. руководство. М.: ВАСХНИЛ. 35 с.

Рекомендации по сохранению и повышению урожайности съедобных грибов в естественных условиях. Петрозаводск. 27 с.

Характеристика мицелия макромицетов в естественных условиях и культурах // Микосимбиотрофизм и другие виды консортивных отношений. Петрозаводск. С. 106–133. (Совместно с Л. А. Семеновой).

1986. Создание культур сосны на вырубках Северо-Запада европейской части СССР. Петрозаводск. 26 с. (Совместно с И. А. Кузьминым, А. И. Соколовым, Т. И. Чистяковой).

Белый гриб. Экология и плодоношение. Петрозаводск. 44 с.

1987. Грузди и рыжики. Экология и плодоношение. Петрозаводск. 36 с.

Искусственное лесовосстановление на вырубках и осушенных болотах // Проблемы лесопользования в Карельской АССР. Петрозаводск. С. 29–36. (Совместно с И. В. Ионины).

Микрофлора почвы в удобряемых культурах сосны // Удобрения и гербициды в лесных питомниках и культурах. Петрозаводск. С. 81–93. (Совместно с Л. В. Еремеевой, Х. И. Хирвонен).

Предложения к проведению рубок ухода на специализированных площадях промышленной заготовки грибов. Гомель. 13 с. (Совместно с Л. П. Малым, С. С. Веремьевой, А. Ф. Черкасовым, С. Н. Козьяковым).

1988. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР. Петрозаводск. 211 с.

1989. Utilization of mycorrhizal symbiosis in the forestry practices of the USSR taiga zone // Ecological and Applied Aspects of Ecto- and Endomycorrhizal Associations. Part 1. Praha. P. 469–474.

1990. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука. 197 с.

1991. Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. Петрозаводск. 176 с. (Совместно с И. С. Гелесом, В. И. Крутовым, Р. М. Морозовой, А. И. Соколовым).

1992. Грибы северных лесов (изд. 5-е, исправленное). Петрозаводск. 150 с.

Наставление по повышению продуктивности лесных съедобных грибов и оценке их ресурсов. Гомель. 44 с. (Совместно с В. В. Гримашевичем, Л. П. Малым, Е. Б. Яковлевым, С. С. Веремьевой, К. А. Мироновым и др.).

1995. Грибы // Красная книга Карелии. Петрозаводск. С. 105–120.

Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия. Петрозаводск. 85 с. (Совместно с А. И. Соколовым).

1996. Влияние вытаптывания на плодоношение макромицетов в березняках разнотравных. I. Урожаи и биомасса мицелия макромицетов // Микология и фитопатология. Т. 30, вып. 5–6. С. 45–50. (Совместно с О. О. Предтеченской).

1997. Влияние вытаптывания на плодоношение макромицетов в березняках разнотравных. II // Микология и фитопатология. Т. 31, вып. 3. С. 54–60. (Совместно с О. О. Предтеченской).

1998. Экологические ниши и сукцессии макромицетов-симбиотрофов в лесных экосистемах таежной зоны. I. Экологические ниши // Микология и фитопатология. Т. 32, вып. 6. С. 32–37.

2000. Грибы Суоярвского района // Суоярвский район (Республика Карелия): экономика, ресурсы, охрана природы. Петрозаводск. С. 52–77.

Экологические ниши и сукцессии макромицетов-симбиотрофов в лесных экосистемах таежной зоны. II. Сукцессии // Микология и фитопатология. Т. 34, вып. 4. С. 17–24.

2002. Фактор биоразнообразия и комплексная продуктивность лесных экосистем Северо-Запада таежной зоны европейской части России. Петрозаводск. 223 с. (Совместно с А. Д. Волковым, Т. В. Белоноговой, Ю. П. Курхиненым, С. В. Сазоновым, С. М. Синькевичем).

Шляпочные грибы островов Белого моря // Культурное и природное наследие островов Белого моря. Петрозаводск. С. 103–109.

2005. Эктомикоризные грибы в визуальной биодиагностике среды лесных биогеоценозов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: матер. 6-й Междунар. конф. (18–22 сентября 2005 г., Петрозаводск). М.; Петрозаводск. С. 367–372.

2006. Стратегия рационального использования и увеличения ресурсов лесных съедобных грибов // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика: матер. Междунар. конф., посвящ. 60-летию КарНЦ РАН (24–27 октября 2006 г.). Секция «Биологические науки». Секция «Науки о Земле». Петрозаводск. С. 243–246.

2006. Грибы // Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2008. С. 128–144. (Совместно с В. И. Крутовым, В. М. Котковой, О. О. Предтеченской, А. В. Руоколайнен).

2009. Грибы съедобные, ядовитые, охраняемые (Справочник грибника). Петрозаводск: «Карелия». 128 с. (Совместно с О. О. Предтеченской).

О плодоношении эктомикоризных грибов // Хвойные бореальной зоны. Т. 26, № 1. С. 29–32.

2010. Значение симбиоза и содержания в почве азота для плодоношения эктомикоризных грибов. I. Значение симбиоза // Микология и фитопатология. Т. 44, вып. 2. С. 130–136.

Значение симбиоза и содержания в почве азота для плодоношения эктомикоризных грибов. II. Значение азота // Микология и фитопатология. Т. 44, вып. 4. С. 352–358.

Труды Карельского научного центра РАН
№ 1. 2011. С. 97–103

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 582.272:470.2.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К «БИБЛИОГРАФИИ РАБОТ ПО ВОДОРОСЛЯМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ»

С. Ф. КОМУЛАЙНЕН

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В статье приводится список работ, не вошедших в ранее изданную монографию, анализируются представленные в них материалы, посвященные изучению водорослей на территории Восточной Фенноскандии.

Ключевые слова: водоросли, библиография, Восточная Фенноскандия.

S. F. Komulainen. ADDITIONAL MATERIALS FOR THE «BIBLIOGRAPHY ON ALGAE OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA»

The paper provides the list of papers not included in the previously published monograph, and analyses the materials dealing with the study of algae in Eastern Fennoscandia presented in the papers.

Key words: algae, bibliography, Eastern Fennoscandia.

В 2006 г. альгологами Республики Карелия была подготовлена и опубликована «Библиография работ по водорослям Европейского Севера России, Республика Карелия, Мурманская область» [Комулайнен и др., 2006], в которой содержался список более 500 публикаций, посвященных изучению водорослей на территории Восточной Фенноскандии, от первых публикаций в конце XVIII в. до 2005 г. Книга стала первой обобщающей сводкой альгологических исследований в водных и наземных экосистемах региона. Библиографической части предшествовал краткий обзор истории изучения водорослей в регионе, были отмечены основные этапы альгологических исследований, их задачи и результаты.

Авторы изначально допускали, а скорее были даже уверены, что не все работы, выполненные в регионе, включены в список. Это объясняется не только многочисленностью альгологических исследований, но тем, что они проводились сотрудниками различных научных организаций России в рамках собственных программ и печатались в изданиях, которые не всегда были доступны авторам библиографии.

После того как библиография была издана, авторы получили письма коллег с информацией о публикациях, не упомянутых в списке, и были благодарны за замечания о неточностях и за дополнения. Работа над библиографией была продолжена, что дало возможность подготовить настоящий список. В подготовленный список вошло 114 статей и монографий, опубликованных в период с 1935 по 2005 гг.

Во-первых, следует отметить ставшие классическими публикации Николая Николаевича Воронихина и Владимира Константиновича Чернова – основоположников альгологических исследований на Севере России. Статьи, которые включены в настоящий список, посвящены новым видам, определенным авторами в водоемах Карелии и Хибин. Мы посчитали целесообразным дополнить список и статьями, ставшими итогом коллективного труда составителей «Флоры водорослей континентальных водоемов Европейского Севера СССР» (Н. Н. Воронихин, И. А. Киселев, Т. Г. Попова, Е. К. Косинская, В. С. Порецкий). В представленных работах приведены данные и об альгологических находках на территории Карело-Лапландского района флоры СССР, дается экологическая характеристика видов, освещена история флоры региона.

К классическим следует, несомненно, отнести публикации Н. Н. Давыдовой и Н. А. Петровой, выполненные как лично авторами, так и в соавторстве с гидрологами, палеонтологами, гидрохимиками и гидробиологами различных институтов России и Финляндии и посвященных всестороннему анализу водорослевых комплексов Онежского и Ладожского озер.

Характеристике альгоценозов Ладожского озера и водоемов его бассейна посвящены статьи сотрудников Ботанического (Л. Н. Волошко) и Зоологического институтов РАН (В. Н. Никулина), Института озероведения РАН (И. С. Трифонова, М. А. Рычкова, Г. И. Летанской, Е. В. Протопопова, А. Л. Афанасьева, О. А. Павлова), Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности (Е. Ю. Воякина), Санкт-Петербургского государственного университета (А. Б. Степанова), Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей (М. А. Маринич). Особо следует отметить статьи, подготовленные И. С. Трифоновой совместно с С. И. Генкалом (Институт БВВ, РАН, Борок). Благодаря использованию современных методов электронной микроскопии авторам удалось дополнить имеющиеся сведения о распространении диатомовых водорослей и выявить таксоны, новые как для альгофлоры Карелии, так и для России в целом. Альгофлоре водоемов заповедника «Кивач» посвящена статья А. Ф. Лукницкой (БИН РАН).

Кроме статей, в которых анализируется современная структура альгоценозов в разнообразных водных экосистемах, в список включены публикации, посвященные изучению истории развития Ладожского оз. в позднеледниковье и в голоцене. На основе комплексных методов, в том числе и диатомового анализа, авторами выявлены этапы развития флоры, соответствующие палеоклиматическим периодам, установлен состав диатомовых комплексов, а также их разнообразие, связанное как с антропогенным влиянием, так и с ходом их естественного развития. Работы выполнялись сотрудниками Всероссийского геологического института, Института озероведения, Педагогического института им. Герцена, Ленинградского государственного университета, Института им. С. И. Субботина НАН Украины, Геологической службы Финляндии.

Надеемся, что приведенный список окажется полезным не только для альгологов, но и для гидробиологов, экологов и других специалистов, занимающихся проблемами организации экологического мониторинга и охраны окружающей среды.

Мы планируем продолжить составление библиографии альгологических исследований на территории региона и через 5–10 лет подготовить к изданию новый список. Возможно, в дальнейшем следовало бы включить в общий список работы, посвященные анализу первичной продукции в континентальных водоемах, особенно когда они проводились одновременно с изучением таксономического состава водорослей. Следует также обобщить результаты альгологических исследований в литеральной зоне Белого и Баренцева морей. Мы будем благодарны за информацию о новых публикациях и публикациях, не учтенных нами, а также за любые советы и рекомендации.

Литература

Абрамова С. А., Давыдова Н. Н., Квасов Д. Д. История Ладожского озера в голоцене по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализа // История озер Северо-Запада. Матер. I симп. по истории озер Северо-Запада СССР. Л., 1967. С. 113–132.

Арсланов Х. А., Гей Н. А., Давыдова Н. Н. Новые данные по позднеплейстоценовой и голоценовой истории Ладожского озера // Известия РГО. 1996. Т. 128. Вып. 2. С. 12–21.

Астраханцев Г. П., Минина Т. Р., Петрова Н. А. и др. Моделирование зообентоса Ладожского озера и исследования его роли в обмене фосфором на

границе вода–дно // Водные ресурсы. Т. 30, № 2. С. 232–244.

Бахмутов В. Г., Давыдова Н. Н., Делюсина И. В. 1993. История развития зал. Лехмалахти в поздне- и послеледниковье // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. СПб., 2003. С. 43–48.

Волошко Л. Н., Гаврилова О. М., Громов Б. В. Биоразнообразие золотистых водорослей (Chrysophyta) в Ладожском озере // Альгология. 1999. № 2. С. 27.

Воронихин Н. Н. К флоре водорослей северной Карелии // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2. Вып. 6. С. 66–87.

Воронихин Н. Н. Эдогониевые водоросли европейского Севера СССР // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2, 7. С. 415–480.

Воронихин Н. Н. Водоросли, собранные в окрестностях горной станции академии наук в Хибинах // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1935. Сер. 2, 3. С. 26–36.

Воронихин Н. Н. Несколько новых и интересных водорослей Карело-Финской ССР. Бот. матер. Отд. споров, раст. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. М.; Л., 1945. Т. V, вып. 10–12. С. 154–157.

Воронихин Н. Н. Флора водорослей континентальных водоемов европейского севера СССР. Сем. Zygnemataceae // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2, 9. С. 5–104.

Воякина Е. Ю. Сезонная динамика таксономической структуры и количественных показателей фитопланктона двух участков прибрежной зоны Валаамского архипелага (Ладожское озеро) 1997–1998 гг. // Сб. науч. тр. IV Междунар. симп. по Ладожскому озеру. Великий Новгород; СПб., 2002. С. 69–72.

Воякина Е. Ю., Степанова А. Б. Пространственно-временная структура планктона оз. Сисъярви (Валаамский архипелаг) и прилегающих участков Ладожского озера // Современные проблемы гидроэкологии. СПб., 1995. С. 13.

Генкал С. И., Трифонова И. С. Некоторые новые и редкие виды центрических диатомовых водорослей водоемов северо-запада России и Прибалтики // Биология внутренних вод. 2001. Т. 3. С. 11–19.

Генкал С. И., Трифонова И. С. Интересные и новые для России представители рода *Aulacosira* (*Bacillariophyta*) // Ботан. журн. 2002. Т. 86, № 6. С. 117–122.

Генкал С. И., Трифонова И. С. К изучению центрических водорослей (Centrophyceae, Bacillariophyta) Ладожского озера // Альгология. 2003. Т. 13, № 3. С. 293–304.

Генкал С. И., Трифонова И. С. Новые и интересные находки представителей рода Aulacosira в реках Северо-Запада России // Новости систематики низших растений. СПб., 2005. Т. 38. С. 32–37.

Давыдова Н. Н. К характеристике диатомовых водорослей донных отложений Ладожского озера // Ботан. журн. 1961. Т. 46. С. 722–726.

Давыдова Н. Н. Опыт районирования поверхностных донных осадков Ладожского озера по составу диатомового комплекса // Известия ВГО. 1961. Т. 93, № 3. С. 211–223.

Давыдова Н. Н. Диатомовая флора голоценовых отложений Онежского озера // Проблемы исследования древних озер Евразии. Л.: Наука, 1974. С. 98–124.

Давыдова Н. Н. Характер и этапы формирования Онежской котловины // Онежское озеро. Экологические проблемы / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. С. 109–120.

Давыдова Н. Н. Зоны загрязнения озера по составу диатомовых водорослей // Атлас «Ладожское озеро» / Под ред. В. А. Румянцева. СПб., 2002. С. 122–123.

Давыдова Н. Н. Развитие экосистемы озера в поздне- и послеледниковье по составу диатомовых комплексов в донных отложениях // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В. Г. Драбковой, В. А. Румянцева. СПб.: Наука, 2002. С. 157–164.

Давыдова Н. Н., Делюсина И. В., Рыбалко А. Е. и др. Донные отложения Ладожского озера и его эволюция в позднем плейстоцене – голоцене // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. СПб., 1993. С. 14–24.

Давыдова Н. Н., Курочкина А. А., Стравинская Е. А., Трифонова И. С. Процессы эвтрофирования в Ладожском озере по материалам изучения донных отложений // Палеолимнологический подход к изучению антропогенного воздействия на озера. Л., 1980. С. 5–13.

Давыдова Н. Н., Субетто Д. А. Геоэкологический мониторинг Ладожского озера по палеолимнологическим данным // Ладожское озеро / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. С. 66–75.

Давыдова Н. Н., Субетто Д. А. Геоэкологический мониторинг Ладожского озера // Матер. Междунар. конф. «Озера холодных регионов». Часть 4. Вопросы палеоклиматологии, палеолимнологии и палеоэкологии. Якутск, 2000. С. 82–94.

Давыдова Н. Н., Субетто Д. А., Кукконен М., Симола Х. Антропогенное воздействие на геосистему Ладожского озера по материалам многолетнего мониторинга донных отложений // Известия РГО. 1997. Т. 129. Вып. 6. С. 48–58.

Давыдова Н. Н., Трифонова И. С. Диатомовые водоросли в планктоне и донных отложениях как показатель эвтрофирования // Эвтрофирование мезотрофного озера. Л.: Наука, 1980. С. 115–122.

Давыдова Н. Н., Хомутова В. И. Геоэкологическая индикация природных и антропогенных процессов в эволюции Ладожского озера и озер его бассейна // Прикладная лимнология. Лимнологическое и геоморфологическое обеспечение рационального природопользования. Сб. науч. статей / Под ред. П. С. Лопуха. Вып. 3. Минск, 2002. С. 117–123.

Киселев И. А. Криптомонадовые и перидинеи Европейского Севера СССР (Pyrrophyta) // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2, 7. С. 13–164.

Комулайнен С. Ф., Антипина Г. А., Вислянская И. Г. и др. Библиография работ по водорослям Европейского Севера России (Республика Карелия, Мурманская область). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 66 с.

Косинская Е. К. Десмидиевые водоросли (Desmidiales) Европейского Севера СССР, роды Penium, Closterium, Docidium, Pleurotaenium, Triploceras, Tetmemorus // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2, 7. С. 481–714.

Летанская Г. И. Современное состояние фитопланктона и тенденции его изменения в период летней стратификации озера // Ладожское озеро. Прошлое, настоящее, будущее. СПб., 2002. С. 165–175.

Летанская Г. И. Структурно-функциональные показатели фитопланктона Ладожского озера в современных условиях: автореф. дис. …канд. биол. наук. СПб., 2002. 26 с.

Летанская Г. И., Протопопова Е. В. Осенний мониторинг фитопланктона Ладожского озера // Озерные экосистемы: Биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Матер. второй Междунар. науч. конф. 22–26 сентября 2003 г., Минск – Нарочь. Минск, 2003. С. 299–301.

Лудикова А. В., Субетто Д. А., Давыдова Н. Н. и др. Колебания уровня Ладожского озера в голоцене (на основе палеолимнологических исследований оз. Святого Сергия на о. Путсаари) // Известия РГО. 2005. Т. 137. Вып. 6. С. 34–41.

Лукницкая А. Ф. К флоре водорослей заповедника «Кивач» (Карелия, Россия) // Новости сист. низш. раст. СПб., 2004. Т. 37. С. 48–52.

Малаховский Д. Б., Арсланов Х. А., Гей Н. А. и др. Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. СПб., 1993. С. 61–73.

Маринич М. А. Систематический состав альгофлоры водной системы Валаамского архипелага // Вестник СПбГУ. Сер. Биология. СПб., 1991. Вып. 4. С. 31–37.

Маринич М. А. Альгофлора водной системы Валаамского архипелага: автореф. дис. …канд. биол. наук. СПб., 1994. 16 с.

Маринич М. А., Воякина Е. Ю., Смирнова Н. Р., Губанов Д. Л. Альгоценозы водной системы Валаамского архипелага: Сб. науч. трудов С.-Петербургского общества естествоиспытателей. СПб., 1998. Сер. 1, Т. 92. С. 49–61.

Никулина В. Н. Влияние добавок биогенных элементов и разнокачественных вод на фитопланктон Онежского озера // Лимнологические исслед. на заливе Онежского озера Большое Онего. Л., 1982. С. 97–109.

Никулина В. Н. Фитообрастания в Горской губе Онежского озера // Лимнологические исследования на заливе Онежского озера Большое Онего. Л., 1996. С. 109–114.

Никулина В. Н. Особенности фитопланктонных сообществ светловодно-ацидных и гумифицированных озер Южной Карелии // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. Тр. ЗИН РАН. Т. 272. СПб., 1997. С. 29–47.

Никулина В. Н. Структурно-функциональные характеристики фитопланктона разнотипных озер // Структурно-функциональная организация пресноводных экосистем разного типа. Тр. ЗИН РАН. СПб., 1999. Т. 279. С.137–154.

Никулина В. Н. Особенности фитопланктона светловодных и гумифицированных озер // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Матер. второй Междунар. научн. конф. 22–26 сентября 2003 г. Минск – Нарочь, БГУ, 2003. С. 329–331.

Никулина В. Н. Структурные и функциональные характеристики фитопланктона двух разнотипных озер // Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа. М.: Научный мир, 2004. С. 56–64.

Никулина В. Н. Gonyostomum semen (Ehr.) Diesing – массовый вид фитопланктона озер Карелии // Эколого-физиологическое исследование водорослей и их значение для оценки состояния природных вод. Ярославль, 1998. С. 74–75.

Олюнина О. С. Диатомовые водоросли в береговых торфяниках и вертикальные движения Беломорского побережья в голоцене // Матер. 10-й Междунар. конф.: «Морфология, клеточная биология, экология, флористика и история развития диатомовых водорослей». Минск, 2007. С. 209–212.

Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре биоценозов / Отв. ред. И. С. Трифонова. СПб.: «Лема», 2006. 130 с.

Павлова Е. Ю., Дорожкина М. В., Давыдова Н. Н., Денисенков В. П. История развития озерного водоема верхнепонойской депрессии (Кольский полуостров) в среднем-позднем голоцене // Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий. Тр. Междунар. конф. СПб.: Наука, 2005. С. 169–178.

Петрова Н. А. Фитопланктон // Атлас Ладожское озеро. СПб., 2002. С. 104–106.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Закономерности сукцессии фитопланктона и водных грибов в присутствии токсичных металлов // Экологическая химия. СПб., 1999. 8(3). С. 156–167.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Влияние сукцессий планктонных сообществ в присутствии токсичных металлов на экосистемные процессы больших озер (Ладожское озеро) // Ладожское озеро. Петрозаводск, 2000. С. 230–243.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Биоразнообразие планктонных сообществ как основа устойчивости экосистемы больших озер // Тр. IV Междунар. симп. по Ладожскому озеру. Вел. Новгород; СПб., 2003. С. 333–337.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Перспектива прогноза устойчивости озерного планктона (водорослей и водных грибов) к интоксикации солями тяжелых металлов // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы. М., 2003. С. 183–184.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Возможность прогнозирования изменений планктонных сообществ (водорослей и водных грибов) под влиянием интоксикации солями тяжелых металлов // Тр. конф. «Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий». СПб., 2005. С. 179–185.

Петрова Н. А., Иофина И. В. Устойчивость озерного планктона (водорослей и водных грибов) к интоксикации солями тяжелых металлов // Тез. докл. на Междунар. конф. «Экологическое состояние континентальных водоемов арктической зоны в связи с промышленным освоением северных территорий». СПб., 2005. С. 85.

Петрова Н. А., Иофина И. В., Капустина Л. Л. и др. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера (этапы трансформации экосистемы, 1975–2004) // Экологическая химия. 2005. Т. 14, вып. 4. С. 209–234.

Петрова Н. А., Иофина И. В., Ульянова Д. С. Экспериментальные исследования воздействия ионов токсичных металлов на структуру природных сообществ планктонных водорослей и водных грибов // Экологическая химия. СПб., 2002. 11(4). С. 241–254.

Попова Т. Г. Эвгленовые (Euglenineae) Европейского Севера СССР // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1951. Сер. 2, 7. С. 165–414.

Порецкий В. С. Диатомовые водоросли (Bacjllariophyta) Европейского Севера СССР, порядок Centrales // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2, 7. С. 713–832.

Протопопова Е. В. Вертикальное распределение фитопланктона // Ладожское озеро. Прошлое, настоящее, будущее. СПб., 2002. С. 175–179.

Протопопова Е. В. Фитопланктон различных районов литоральной зоны // Ладожское озеро. Прошлое, настоящее, будущее. СПб., 2002. С. 250–253.

Рычкова М. А. Роль динамики вод в формировании эпифитных водорослевых сообществ в озере // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25, № 3. С. 8–10.

Рычкова М. А. Перифитон // Атлас Ладожское озеро. СПб., 2002. С. 103.

Рычкова М. А. Перифитон литоральной зоны // Ладожское озеро. Прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002. С. 246–250.

Рычкова М. А. Структура и динамика сообществ перифитона Ладожского озера // Матер. Междунар. симп. «Перифитон континентальных вод: современное состояние изученности и перспективы дальнейших исследований». Тюмень, 2003. С. 78–79.

Станиславская Е. В. Структура летнего перифитона в некоторых притоках Ладожского озера // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Сб. материалов IV (XXVII) Междунар. конф. Вологда, 2005. Ч. 2. С. 150–152.

Станиславская Е. В., Горченко А. С. Разнообразие водорослей перифитона в притоках Ладожского озера // Новости сист. низших растений. СПб., 2005. Т. 39. С. 79–98.

Степанова А. Б., Воякина Е. Ю. Современное состояние акватории Валаамского архипелага (Ладожское озеро) // Сб. науч. тр. IV Междунар. симп. по Ладожскому озеру. Вел. Новгород; СПб., 2003. С. 256–259.

Сухопарова Е. Ю. Состав и вертикальное распределение позднелетнего фитопланктона прибрежья острова Валаам // Сб. науч. тр. Влияние теплового и органического загрязнения на биоту водоемов-охладителей / Отв. ред. Г. М. Лаврентьева. СПб.: ГосНИОРХ, 1995. С. 164–176.

Трифонова И. С. Экология *Asterionella formosa* Hass. и *Fragilaria crotonensis* Kitt. в водоемах Северо-Запада России // Матер. 10 Междунар. конф.: «Морфология, клеточная биология, экология, флористика и история развития диатомовых водорослей». Минск, 2007. С. 158–160.

Трифонова И. С., Афанасьева А. Л., Павлова О. А. Таксономический состав фитопланктона основных притоков Ладожского озера и реки Невы // Новости сист. низших растений. 2001. Т. 45. С. 34–55.

Трифонова И. С., Афанасьева А. Л., Павлова О. А. Видовой состав и биомасса фитопланктона притоков Ладожского озера и реки Невы // Ботан. журн. 2001. Т. 86, № 11. С.10–20.

Трифонова И. С., Никулина В. Н., Павлова О. А. Осенний фитопланктон как показатель экологического состояния системы Ладожское озеро – Нева – Невская губа – Восточная часть Финского залива // Водные ресурсы. 1998. Т. 25, № 2. С. 223–230.

Трифонова И. С., Павлова О. А. Летне-осенний фитопланктон притоков Ладожского озера // Крупные озера Европы – Ладожское и Онежское. Петрозаводск, 1996. С. 161–163.

Трифонова И. С., Павлова О. А. Оценка трофического состояния притоков Ладожского озера и Невы по фитопланктону // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 6. С. 732 –741.

Чернов В. К. Новые и редкие водоросли из водоемов Карелии // Бот. матер. отд. Спор. раст. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. 1950. Т. 6. Вып. 7–12. С. 125–126.

Davydova N., Khomutova V., Pushenko M. et al. New data on late pleistocene and holocene history of Lake Ladoga // Report on Lake Ladoga Research in 1991–1993. Joensuu, 1994. N 111. P. 137–143.

Davydova N., Kurashov Eu., Simola H. et al. The estimation of the present state of bottom sediments and benthic communities in the Sortavala Archipelago of Lake Ladoga // Intercalibration of research methods in Lake Ladoga / Ed. by M. Viljanen, V. Drabkova. Univ. of Joensuu. Karerlian Inst. Working Papers. 1992. N 8. P. 41–51.

Davydova N., Simola H., Subetto D. et al. Bottom sediments as indicators of the present state of the Lake Ladoga ecosystem // Report on Lake Ladoga Research in 1991–1993. Joensuu, 1994. N 111. P. 144–156.

Davydova N., Subetto D. Geoecological monitoring of Lake Ladoga – historical aspects // Proceedings of the third International Lake Ladoga Symposium 1999 / Ed. by A. Peltonen, E. Grönlund, M. Viljanen. Univ. of Joensuu, Publications of Karelian Institute. 2000. N 129. P. 197–201.

Davydova N., Subetto D., Belkina N. et al. Palaeolimnology and sediments of Lake Ladoga: monitoring programme proposal // Environmental monitoring in Lake Ladoga. Proposal for a monitoring programme / Ed. by A.-L. Holopainen, M. Rahkola-Sorsa, M. Viljanen. Univ. of Joensuu, Karelian Institute Working Papers. 2000. N 1. P. 68–75.

Davydova N. N. Postglacial history of lakes Ladoga and Onega according to diatom analysis of bottom

sediments // Mitt. Int. Ver. Limnol. 1969. Vol. 17. P. 371–378.

Davydova N. N. Ladoga Lake ecosystem during Late Glacial and Holocene and its present state (according to botanical data) // Ita Suomen. Saimaan tutkimus. Joensuu, 1990. P. 85–94.

Davydova N. N., Arslanov Kh. A., Khomutova V. I. et al. Late- and postglacial history of lakes of the Karelian Isthmus // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 199–204.

Davydova N. N., Kalmykov M., Sandman O. et al. Recent paleolomnology of Kondopoga Bay, Lake Onega, reflecting pollution by a large palp mill // Verh. Intern. Verein Limnol. 1993. Vol. 25. P. 1086–1090.

Davydova N. N., Kukkonen M., Simola H., Subetto D. A. Pelagial ecosystem change in Lake Ladoga as indicated by surface sediment diatom assemblage surveys conducted in the period 1959–1994 // Proceedings of the 2nd International Lake Ladoga Symposium 1996. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 117. Joensuu: Joensuun yliopisto, 1997. P. 273–278.

Davydova N. N., Kukkonen M., Simola H., Subetto D. A. Human impact on Lake Ladoga as indicated by long-term changes of sedimentary diatom assemblages // Boreal Environment Research. 1999. Vol. 4, N 3. P. 269–275.

Davydova N. N., Kurochkina A. A. Late-glacial and Postglacial paleolimnology of Lake Onega // Paleolimnology of Lake Biva and the Japanese Pleistocene. 1975. Vol. 3. P. 409–415.

Davydova N. N., Kurochkina A. A. Bottom sediments of large shallow lakes of NW of USSR in connection with hydrodynamic processes // Polsk. Arch. Hydrobiol. 1978. Vol. 25. P. 87–92.

Davydova N. N., Kurochkina A. A., Trifonova I. S. Recent history of Lake Ladoga // Hydrobiologia. 1983. Vol. 103. P. 261–263.

Davydova N. N., Servant-Vildary S. Late Pleistocene and Holocene history of the lakes in the Kola Peninsula, Karelia and the North-Western part of the East European Plain // Quaternary Science Reviews. 1996. Vol. 15. P. 997–1012.

Davydova N. N., Subetto D. A. Sediment sequence of Lake Ladoga // Palaeohydrology of the temperate zone. V. 2. Tallinn: Valgus, 1987. P. 62–71.

Davydova N. N., Subetto D. A., Khomutova V. I., Pushenko M. Ya. Palaeohydrological and palaeoclimatic changes recorded at lakes Krasnoye and Mentilampi, Karelian Isthmus, Russia // Palaeohydrology as reflected in lake level changes as climatic evidence for Holocene times. Palaeoclimate research. Vol. 25: ESF project "European palaeoclimate and man"; Special issue 17. Stuttgart; Jena; Lübek; Ulm: G.Fisher. 1998. P. 19–35.

Davydova N. N., Subetto D. A., Khomutova V. I., Sapelko T. V. Late Pleistocene-Holocene paleolimnology of three northwestern Russian lakes // Journal of Paleolimnology. 2001. Vol. 26. P. 37–51.

Holopainen A.-L., Huttunen P., Letanskaya G., Protopopova E. The trophic state of Lake Ladoga as indicated by late summer phytoplankton // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 9–16.

Karjalainen J., Rahkola M., Holopainen A-L. et al. Trophic gradients and plankton in two bays of Lake Ladoga / H. Simola, M. Viljanen & T. Slepukhina (eds): Proceedings of the Second International Lake Ladoga Symposium 1996. Univ. of Joensuu. Publications of Karelian Institute, 1997. N 117. P. 108–113.

Letanskaya G. I., Hindak F. Phytoplankton of two bays of the lake Ladoga // Biologia. 1992. N 47. P. 287–294.

Ludikova A. V., Subetto D. A., Davydova N. N. et al. The use of diatom records from small lakes in reconstructing the lake level fluctuations of Lake Ladoga // Eighteenth international diatom symposium 2004. Miedzyzdroje, Poland / Ed. by A. Witkowski. Bristol: Biopress Limited, 2006. P. 249–263.

Niinioja R., Huttula T., Podsetchine V. Water chemistry, water exchange and phytoplankton in the northern archipelago of Lake Ladoga in summer 1995 / A. Peltonen, E. Gronlund & M. Viljanen (eds): Proceedings of the Third International Lake Ladoga Symposium. 1999. Univ. of Joensuu of Karelian Institute, 2000. N 129. P. 127–131.

Petrova N. The phytoplankton of Ladoga and Onega lakes and successional changes // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1987. N 25. P. 11–1.

Petrova N. A., Iofina I. V. Biodiversity of plankton communities as a basis of ecosystem stability in a large lake // Proceeding of the Fourth International Lake Ladoga Symposium 2002. Jonsuu, 2003. P. 406–410.

Ruchovets L. A., Astrakhantsev J. P., Menshutkin V. V. et al. Development of Lake Ladoga ecosystem models: modeling of the phytoplankton succession in the eutrophication process // Ecological Modeling. 2003. N 165. P. 49–77.

Rusanov A., Pavlova O., Trifonova I. Influence of environmental variables on phytoplankton biomass and community composition in the Lake Ladoga tributaries / Use of Algae for Monitoring Rivers VI, Balotonfüred, Hungary, 2006. P. 123–128.

Slepukhina T., Belyakova I., Chichikalyuk Yu. et al. Bottom sediments and biocoenoses of northern Ladoga and their changes under human impact // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 23–26.

Stepanova A. B., Voyakina E. Ju. Simultaneous dynamics of phyto- and zooplankton in three ecologically different locations by Valaam Island, Lake Ladoga // Univ. of Joensuu. Publications of Karelian Institute, 1997. N 117. P. 226–237.

Subetto D., Davydova N., Rybalko A. Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga // Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology. 1998. Vol. 140. P. 113–119.

Trifonova I., Genkal S. Species of the genus *Aulacoseira* Thwaites in lakes and rivers of the russian North-West (Distribution and ecology) // Proceedings of the 16th International Diotom Simposium. Athens. (A. Economou-Amilli ed.). 2001. P. 315–323.

Trifonova I., Pavlova O. Assessment of the trophic state and level of saprobity of Lake Ladoga tributaries by phytoplankton // Quality and Management of Water Resources. Proceedings of III Russian-Italian Symposium. St.-Petersburg University Press, 2005. P. 245–251.

Trifonova I. S., Davydova N. N. Diatoms in the plankton and sediments of two lakes of different trophic type // Hydrobiologia. 1983. Vol. 103. P. 265–268.

Viktorovsky I. V., Petrova V. N., Voyakina E. Ju. et al. Organic microimpurities and phytoplankton in the waters of two small lakes on the Valaam Island, Lake Ladoga. Univ. of Joensuu. Publications of Karelian Institute, 2003. N 138. P. 349–353.

Voloshko L. N., Gavrilova O. V. A checklist of silica-scaled chrysophytes in Russia with an emphasis on the flora of Lake Ladoga // Nova Hedwigia. Beiheft, 2001. N 122. P. 147–167.

Voyakina E. Ju. Phytoplankton of the Monastyrskaya Bay and the pelagial waters of the Lake Ladoga near the Valaam Islands: the seasonal aspect 1997–1998. Univ. of Joensuu. Publications of Karelian Institute, 2003. N 138. P. 266–271.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Комулайнен Сергей Федорович
ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Komsf@mail.ru
тел.: (8142) 769810

Komulainen, Sergey
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Komsf@mail.ru
tel.: (8142) 769810

ПРИЛОЖЕНИЕ
http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук»)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершенных оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегии серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляют за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил ее оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы «Анкеты» и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия «Анкеты» и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее, чем через месяц после получения рецензии. Перед сдачей в печать авторам высылается распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Почтовый адрес редакции: 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон: (8142) 780109.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН и другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступна на сайте http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Статьи должны быть подписаны всеми авторами.

Объем рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) не должен превышать: для обзорных статей – 30 страниц, для оригинальных – 25, для сообщений – 15, для хроники и рецензий – 5–6. Объем рисунков не должен превышать 1/4 объема статьи. Рукописи большего объема (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

Рукописи присылаются в электронном виде, а также в двух экземплярах, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку через 1,5 интервала (12 пунктов шрифта типа Times New Roman). Размер полей: сверху, снизу – 2,5 см, справа, слева – 2,5 см. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: *УДК* курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статьи экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. ВЫВОДЫ. ЛИТЕРАТУРА); благодарности; литература (с новой страницы); таблицы (на отдельном листе); рисунки (на отдельном листе); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью на русском и английском языках; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языках; должности авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи* и содержать не более 8–10 значащих слов.

АННОТАЦИЯ должна быть лишена вводных фраз, содержать только главную информацию статьи, не превышать объем – 15 строк.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой, в конце фразы ставится точка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ должны содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Для фаунистических и флористических работ следует указывать место хранения коллекционных образцов. Если в статье приводятся сведения о новых для исследованной территории таксонах, то желательно и процитировать этикетку. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во Введении. Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более), и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Рыбаков, 1994; Longman, 2001].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, должны быть пояснены в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIFF (*.TIF) или JPG (не встраивать в Word). Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указанием желательного размера рисунка в книге, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физикогеографических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и, желательно, с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicus* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis.*

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения — названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

---

* **Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ**, в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

ЛИТЕРАТУРА. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.52008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5.2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32 : 635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило[1], М. И. Сысоева[1], Г. Н. Алексейчук[2], Е. Ф. Марковская[1]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Институт экспериментальной ботаники НАН Республики Беларусь им. В. Ф. Купревича*

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: *Cucumis sativus* L., кратковременное снижение температуры, устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, G. N. Alekseichuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus* L., temperature drop, resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 с.

Несис К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М.: Наука, 1985. 285 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds. P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri* // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, N 4. P. 507–516.

Ссылки на материалы конференций

Марьинских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

Ссылки на авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. …канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Ссылки на диссертации

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. …канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии : материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

Ссылки на Интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайновых сервисов // Электрон. б-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL: http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/ (дата обращения: 25.11.2006).

Ссылки на электронные ресурсы на CDROM

Государственная Дума, 19992003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия/Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CDROM.

CONTENTS

V. Yu. Neshataeva. THE PLANT COVER OF THE KAMCHATKA PENINSULA AND ITS GEOBOTANICAL SUBDIVISION 3

N. E. Korolyova. ON SYNTAXONOMY OF *DRYAS OCTOPETALA* L.-DOMINATED TUNDRA PLANT COMMUNITIES OF FENNOSCANDIA AND SPITSBERGEN 23

A. A. Ilyinov, B. V. Raevskiy, O. V. Rudkovskaya, L. V. Topchieva. COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PHENO- AND GENOTYPE DIVERSITY OF OLD-GROWTH NORTHERN TAIGA (*PICEA X FENNICA*) POPULATIONS 37

P. S. Burlakov, K. A. Khmara. LIGHTNING IGNITED FOREST FIRES AS A GEOECOLOGICAL FACTOR INFLUENCING THE STABILITY OF LIGHT CONIFEROUS FORESTS OF THE SOYANA RIVER BASIN ON BELOMORSKO-KULOYSKOE PLATEAU 48

I. V. Zenkova, A. S. Zaitsev, L. V. Zalish, A. A. Liskovaya. LIST OF ORIBATID MITES (ACARIFORMES: ORIBATIDA) IN TUNDRA AND NORTHERN TAIGA SOILS OF THE MURMANSK REGION 54

D. N. Kovalyov, I. Yu. Popov. ANNUAL CYCLE OF THE POND BAT (*MYOTIS DASYCNEME*) SPATIAL DISTRIBUTION AND ABUNDANCE IN SAINT-PETERSBURG AND LENINGRAD REGION 68

RESEARCH METHODS

A. F. Titov, V. T. Vdovitsyn, A. M. Kryshen', V. A. Lebedev, A. K. Polin. APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROTECTED AREA NETWORK DEVELOPMENT (CASE STUDY OF KARELIA) 82

CHRONICLE

E. P. Ieshko, D. I. Lebedeva, L. V. Anikieva. International symposium «Parasites of the Holarctic region» (Petrozavodsk, October 4–8, 2010) 87

DATES AND ANNIVERSARIES

V. I. Krutov, O. O. Predtechenskaya. Vladimir Shubin (on the 85th anniversary) 92

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

S. F. Komulainen. ADDITIONAL MATERIALS FOR THE «BIBLIOGRAPHY ON ALGAE OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA» 97

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS 104

Научное издание

Труды Карельского научного центра Российской академии наук

№ 1, 2011

Серия БИОГЕОГРАФИЯ. Вып. 11

Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН

Редактор М. А. Радостина
Оригинал-макет Г. А. Тимонен

Подписано в печать 01.03.2011. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.изд. л. 10,1. Усл. печ. л. 13,02.
Тираж 500 экз. Изд. № 161. Заказ 939.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

А. Н. Громцев, В. В. Белкин, П. И. Данилов, В. И. Крутов, О. Л. Кузнецов, А. В. Руоколайнен, О. О. Предтеченская, А. В. Кравченко, С. В. Сазонов, К. Ф. Тирронен, Д. В. Панченко, А. В. Полевой, М. А. Фадеева, А. Э. Хумала. ОСОБЕННОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ **56**

А. В. Кравченко, О. Л. Кузнецов. РОЛЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЛАНИРУЕМЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ В СОХРАНЕНИИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КРАСНЫХ КНИГ РОССИИ И КАРЕЛИИ **76**

А. Ю. Доронина. ФЛОРА ЗАКАЗНИКА «РАКОВЫЕ ОЗЕРА» (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) **85**

А. И. Максимов, М. А. Бойчук. РАЗНООБРАЗИЕ МХОВ ОХРАНЯЕМЫХ И ПЛАНИРУЕМЫХ К ОХРАНЕ ТЕРРИТОРИЙ КАРЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ **100**

И. В. Зенкова, В. В. Пожарская, Б. Ю. Филиппов, А. А. Колесникова, С. Д. Середюк. ВЫСОТНАЯ ПОЯСНОСТЬ И КОМПЛЕКСЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ В ПОЧВАХ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА **107**

А. Н. Громцев, Н. В. Петров, А. В. Туюнен, В.А. Карпин. СТРУКТУРА И ДИНАМИКА КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ **119**

Т. Ю. Хохлова, А. В. Артемьев. ЗНАЧЕНИЕ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ТАЕЖНОГО ОРНИТОКОМПЛЕКСА ЕВРОПЫ **127**

Методы исследований

О. Н. Бахмет, Н. Г. Федорец, А. М. Крышень. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЕ ICP-FORESTS В КАРЕЛИИ **133**

Краткие сообщения

В. Э. Пилипенко. НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ КОМАРА-ДОЛГОНОЖКИ *TIPULA* (SAVTSHENKIA) *CONFUSA* (DIPTERA, TIPULIDAE) НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ **140**

А. Э. Хумала, А. В. Полевой. НАХОДКИ НОВЫХ И ИНТЕРЕСНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ (INSECTA) В СЕВЕРНОМ ПРИЛАДОЖЬЕ **142**

Хроника

П. И. Данилов, В. В. Белкин, К. Ф. Тирронен. V Международный симпозиум «Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы» **145**

Юбилеи и даты

Р. Хейккиля, Т. Линдхольм, П. Салминен, О. Кузнецов. Рауно Руухиярви (к 80-летию со дня рождения) **150**

О. Л. Кузнецов. Татьяна Корнельевна Юрковская (к 80-летию со дня рождения) **153**

Рецензии и библиография **161**

Правила для авторов **162**

Письма в редакцию **166**

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» **57397**

ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 2, 2011. Серия БИОГЕОГРАФИЯ

ISSN 1997-3217

Труды
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 2, 2011

transactions.krc.karelia.ru

Серия БИОГЕОГРАФИЯ. Выпуск 12

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора **3**

К. Г. Боголицын, Н. Л. Болотова, А. Н. Громцев, П. И. Данилов, С. В. Дегтева, В. А. Ефимов, В. К. Жиров, Д. Н. Ковалев, А. М. Крышень, О. Л. Кузнецов, Н. К. Максутова, В. Н. Мамонтов, В. А. Маслобоев, Г. А. Носков, А. И. Таскаев, А.Ф. Титов. О ЕДИНОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ **4**

Е. П. Гнатюк, А. М. Крышень, О. Л. Кузнецов. БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИГРАНИЧНОЙ КАРЕЛИИ **12**

А. В. Кравченко. НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ПАСВИК» И НА СМЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ **23**

А. В. Руоколайнен, В. И. Крутов, Ю. Р. Химич. АФИЛЛОФОРОВЫЕ И ФИТОПАТОГЕННЫЕ МАКРО- И МИКРОМИЦЕТЫ ЛЕСОВ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) **29**

С. Ф. Комулайнен. ФИТОПЕРИФИТОН РЕК ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ **35**

Е. А. Боровичев, В. А. Костина, С. С. Шалыгин. НЕКОТОРЫЕ КЛЮЧЕВЫЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) **48**

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ

КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Серия БИОГЕОГРАФИЯ. Выпуск 12

Петрозаводск
2011

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 2, 2011. Серия БИОГЕОГРАФИЯ, вып. 12

Главный редактор журнала
А. Ф. Титов

Редакционный совет
А. М. Асхабов, В. Т. Вдовицын, Т. Вихавайнен, А. В. Воронин, С. П. Гриппа, Э. В. Ивантер, А. С. Исаев, В. Т. Калинников, В. И. Крутов, Е. В. Кудряшова, А. М. Крышень (зам. главного редактора), В. В. Мазалов, Ф. П. Митрофанов, И. И. Муллонен, Н. Н. Немова, В. В. Окрепилов, О. Н. Пугачев, Ю. В. Савельев, Н. Н. Филатов, А. И. Шишкин, В. В. Щипцов, Ф. Н. Юдахин

Editor-in-Chief
A. F. Titov

Editorial Council
A. M. Askhabov, V. T. Vdovitsyn, T. Vihavainen, A. V. Voronin, S. P. Grippa, E. V. Ivanter, A. S. Isaev, V. T. Kalinnikov, V. I. Krutov, E. V. Kudryashova, A. M. Kryshen' (associate editor), V. V. Mazalov, F. P. Mitrofanov, I. I. Mullonen, N. N. Nemova, V. V. Okrepilov, O. N. Pugachyov, N. N. Filatov, Yu. V. Saveliev, A. I. Shishkin, V. V. Schiptsov, F. N. Yudakhin

Редакционная коллегия выпуска
А. В. Артемьев, В. Ф. Брязгин, Х. Васандер, А. Е. Веселов, А. Н. Громцев, П. И. Данилов, Е. П. Иешко, С. Ф. Комулайнен, А. В. Кравченко, А. М. Крышень (отв. редактор), О. Л. Кузнецов (зам. отв. редактора), В. И. Кухарев, Т. Линдхольм, О. О. Предтеченская (отв. секретарь), А. И. Слабунов, Н. Г. Федорец, В. Т. Ярмишко

Editorial board of the volume
A. V. Artem'ev, V. F. Bryazgin, H. Vasander, A. E. Veselov, A. N. Gromtsev, P. I. Danilov, E. P. Ieshko, S. F. Komulainen, A. V. Kravchenko, A. M. Kryshen' (editor-in-chief), O. L. Kuznetsov (associate editor), V. I. Kuharev, T. Lindholm, O. O. Predtechenskaya (executive secretary), A. I. Slabunov, N. G. Fedorets, V. T. Yarmishko

ISSN 1997-3217

Зав. редакцией Н. В. Михайлова
Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
тел. (8-8142)780109; (8-8142)769600
E-mail: trudy@krc.karelia.ru
Электронная полнотекстовая версия: http://transactions.krc.karelia.ru

© Карельский научный центр РАН, 2011

От редактора

Уважаемые коллеги!

Значительная часть материалов, присылаемых в журнал «Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (серия Биогеография), посвящена результатам исследований на действующих или планируемых особо охраняемых природных территориях (ООПТ). В 2009–2010 гг. в рамках российско-финляндского проекта «Развитие Зеленого пояса Фенноскандии» был обследован ряд перспективных для организации ООПТ участков и обобщены полученные ранее материалы о природе приграничных районов. Статьи, посвященные Зеленому поясу Фенноскандии (ЗПФ), составляют основу этого выпуска. В то же время исследователи природы ЗПФ не рассматривают его в отрыве от сетей ООПТ Финляндии и Северо-Запада России, поэтому не случайно то, что журнал открывает статья большого коллектива авторов из научных и образовательных учреждений Архангельской, Вологодской, Ленинградской, Мурманской областей, республик Карелии и Коми, а также г. Санкт-Петербурга, посвященная проблеме формирования единой системы ООПТ на Северо-Западе России. Мы рады также представить вашему вниманию статьи о юбилярах Т.К. Юрковской и Р. Рухиярви – известных исследователей природы Фенноскандии, сделавших очень много для ее сохранения.

Таким образом, в этом выпуске журнала, подготовленном при финансовой поддержке проекта «Развитие Зеленого пояса Фенноскандии», акцент сделан на охране природы, на важности научно-обоснованного подхода к формированию системы ООПТ на севере Европы.

А.М. Крышень

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 4–11

*УДК 630*907.11/.13 (470.2)*

О ЕДИНОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

К. Г. Боголицын[1], Н. Л. Болотова[2], А. Н. Громцев[3], П. И. Данилов[5], С. В. Дегтева[6], В. А. Ефимов[4], В. К. Жиров[7], Д. Н. Ковалев[8], А. М. Крышень[3], О. Л. Кузнецов[5], Н. К. Максутова[2], В. Н. Мамонтов[4], В. А. Маслобоев[9], Г. А. Носков[8], А. И. Таскаев[6], А. Ф. Титов[5]

[1] Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск
[2] Вологодский государственный педагогический университет, Вологда
[3] Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск
[4] Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск
[5] Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск
[6] Институт биологии Коми научного центра РАН, Сыктывкар
[7] Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского научного центра РАН, Киров
[8] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
[9] Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, Апатиты

Анализируются современные проблемы развития особо охраняемых природных территорий на Европейском Севере. Внимание акцентируется на необходимости их межрегиональной сопряженности, позволяющей формировать единую систему природоохранных объектов. Ее каркас составляют зеленые пояса и различного рода экологические коридоры. Показано, как эта система формируется в различных регионах. Сформулированы первоочередные задачи исследований в этом направлении. Обязательным условием их решения является широкая кооперация научных и научно-образовательных центров Европейского Севера.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, межрегиональная сопряженность, зеленые пояса, экологические коридоры, Европейский Север.

K. G. Bogolitsyn, N. L. Bolotova, A. N. Gromtsev, P. I. Danilov, S. V. Dyogteva, V. A. Yefimov, V. K. Zhirov, D. N. Kovalyov, A. M. Kryshen', O. L. Kuznetsov, N. K. Maksutova, V. N. Mamontov, V. A. Masloboev, G. A. Noskov, A. I. Taskaev, A. F. Titov. **ON THE INTEGRATED INTERREGIONAL SYSTEM OF PROTECTED AREAS IN THE EUROPEAN NORTH**

Modern challenges in the development of protected areas in the European North are analyzed. The focus is placed on having their interregional contingency ensured to enable establishment of a uniform system of nature protection objects. Its framework is made up of green belts and various ecological corridors. Approaches towards formation of the system in different regions are demonstrated. Priority tasks for research in the sphere are formulated. A prerequisite for their fulfillment is extensive cooperation between major scientific and educational institutions in the European North.

Key words: protected areas, interregional contingency, green belts, ecological corridors, European North.

Введение

В 2004 г. на VII конференции сторон Конвенции по биологическому разнообразию была принята программа работ по охраняемым природным территориям. В России такие исследования и практические мероприятия осуществляются как на национальном [Особо охраняемые.., 2009 и др.], так и на региональном [Стоящева, 2007; Паженков и др., 2005 и мн. др.] уровнях. В каждом из таежных регионов Севера европейской части России (далее – Европейском Севере) исторически сложилась и постепенно развивалась своя сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в основе которых лежат соответствующие научные обоснования и схемы территориального планирования [Сергиенко, 2005; Добрынин, Столповский, 2008; Сохранение биоразнообразия.., 2008; Громцев и др., 2009; Сохранение ценных.., 2011 и др.]. В 1997 г. представителями научных организаций, природоохранных ведомств и национальных парков г. Санкт-Петербурга, Мурманской и Архангельской областей и Республики Карелия был подготовлен и опубликован доклад «Сохранение природы, культурного наследия и экотуризм – элементы стратегии развития Баренцева Евро-Арктического региона (российская часть)». В нем рассмотрены элементы стратегии развития Баренцева Евро-Арктического региона в этой сфере, в том числе высказана идея создания международной ландшафтно-экологической системы «Экологический каркас». В качестве одного из главных подходов к его формированию предлагалось проектирование четырех зеленых поясов: Фенноскандии, Беломоро-Онежского, Тимано-Печорского и Предуральского. По сути, это можно рассматривать как первую инициативу, направленную на создание единой межрегиональной системы ООПТ на Европейском Севере. В дальнейшем работа в этом направлении велась в рамках ряда международных проектов, таких как, например, «ГЭП-анализ на Северо-Западе РФ», «Развитие региональных ООПТ на Северо-Западе России» [Оценка.., 2010], «Развитие Зеленого пояса Фенноскандии».

В последние годы на Северо-Западе РФ в связи с увеличением антропогенного влияния на природу, с одной стороны, и накоплением обширного и разнопланового материала о биоразнообразии и экологии региона, с другой, заметно усилился интерес к проблеме создания единой межрегиональной системы ООПТ. Одним из проявлений подобного интереса явились предложения о формировании меридиональных и широтных цепей, объединяющих региональные ООПТ Европейского Севера, которые обсуждались на различных семинарах и конференциях, таких как «Зеленый пояс Фенноскандии: состояние и перспективы развития» (Петрозаводск, июнь 2008 г.), «Экология арктических и приарктических территорий» (Архангельск, июнь 2010 г.), «Современное состояние и перспективы развития сети особо охраняемых территорий Европейского Севера и Урала» (Сыктывкар, ноябрь 2010 г.) и ряде других.

Статья является результатом взаимных консультаций по данному вопросу, обмена мнениями и дискуссий не только между авторами публикации, но и со многими нашими коллегами, которые разделяют и развивают в своих работах эти или близкие идеи. В ней авторы сделали попытку дать краткий анализ положения дел с ООПТ и сформулировать некоторые задачи на ближайшее будущее, то есть отразить свое видение того, как должна формироваться и развиваться единая межрегиональная система ООПТ на Европейском Севере.

Формирование и современное состояние зеленых поясов

Ключевым элементом сопряженности особо охраняемых природных объектов обширных территорий Европейского Севера следует, на наш взгляд, признать зеленые пояса. Это территории с последними крупными массивами первобытных (коренных) лесов, как правило, вытянувшиеся в меридиональном направлении. В ближайшие десятилетия вне действующих и планируемых ООПТ они, скорее всего, будут вырублены или фрагментированы. В связи с этим такие объекты являются приоритетными при формировании системы ООПТ Европейского Севера. Исторически сложилось так, что все зеленые пояса так или иначе приурочены к административным границам субъектов Российской Федерации и, как уже отмечалось, вытянуты в меридиональном направлении. Высокая степень их сохранности обусловлена в основном труднодоступностью данных территорий для лесопромышленного освоения.

Зеленый пояс Фенноскандии (ЗПФ) – единственный, в основе создания которого лежит государственная (между Россией, Финляндией и Норвегией) граница. Он представляет собой полосу (в среднем шириной 50 км) с несколькими достаточно крупными (до 200 тыс. га) фрагментами хорошо сохранившихся коренных лесов. Она протянулась вдоль мурманского, карельского и ленинградского участков российско-финляндской границы на фоне обширных сопредельных с ней территорий с природной

средой, глубоко трансформированной хозяйственной деятельностью. К западу от государственной границы до норвежских фьордов таких крупных массивов коренных лесов не осталось. Эти и другие наиболее ценные по природным и рекреационным качествам объекты к настоящему времени большей частью сохранены. Ключевыми из уже действующих ООПТ ЗПФ на российской территории являются:

а) в Мурманской области – государственные природные заповедники (ГПЗ) «Пасвик» (14,7 тыс. га) и «Лапландский» (278,4 тыс. га), государственный ландшафтный (комплексный) заказник (ЛЗ) «Кутса» (48,6 тыс. га);

б) в Республике Карелия – национальные парки (НП) «Паанаярви» (104,5 тыс. га), «Калевальский» (74,5 тыс. га) и «Ладожские шхеры» (около 130 тыс. га, учреждение планируется в 2011 г.), ГПЗ «Костомукшский» (47,5 тыс. га), ЛЗ «Войница» (8,3 тыс. га), «Юдальский» (1,5 тыс. га), «Толвоярви» (42 тыс. га), «Исо-Ийярви» (6 тыс. га) и «Западный архипелаг» (19,5 тыс. га), природный парк (ПП) «Валаамский архипелаг» (24,7 тыс. га);

в) в Ленинградской области – ЛЗ «Березовые острова» (55,3 тыс. га), «Выборгский» (11,3 тыс. га), «Гладышевский» (8,4 тыс. га), «Гряда Вярямянселькя» (7,3 тыс. га), «Раковые озера» (9,7 тыс. га) и др.

В Финляндии наиболее важные для ЗПФ территории также официально охраняются, в том числе в рамках программы по национальным паркам, программ охраны старовозрастных лесов, болот и сети Европейского Союза Natura 2000 [State.., 2007]. В Норвегии в пределах ЗПФ находится НП «Пасвик», примыкающий к одноименному заповеднику в Мурманской области. В дальнейшем в состав ЗПФ необходимо включить планируемый ГПЗ «Ингерманландский» как замыкающий ООПТ с юга. Общая площадь ООПТ, формирующих каркас ЗПФ по обе стороны государственной границы, превышает 1 млн га, при этом около 90% приходится на российскую часть.

Беломоро-Онежский зеленый пояс (БОЗП). К настоящему времени этот пояс практически полностью обрамляет рубежи между двумя физико-географическими странами Северной Европы – Фенноскандией и Русской равниной. Здесь также сохранились крупные массивы лесов и болот, большей частью мало затронутых хозяйственной деятельностью. В меридиональном направлении уже сформировалась цепь ООПТ, характеризующихся высоким ландшафтным разнообразием. Наиболее крупными из них (*курсивом выделены планируемые с уже имеющимися – изданными – обоснованиями и находящимися на стадии учреждения*) являются:

а) по побережью Белого моря – ЛЗ «Колвицкий» (43,6 тыс. га), «Канозерский» (65,7 тыс. га), «Полярный круг» (28,3 тыс. га), *«Гридино» (43,8 тыс. га),* «Сыроватка» (31,4 тыс. га), «Кузова» (3,6 тыс. га) и «Сорокский (73,9 тыс. га), а также ГПЗ «Кандалакшский» (70,5 тыс. га);

б) вдоль границы между Республикой Карелия, Вологодской и Архангельской областями – НП «Водлозерский» (468,3 тыс. га) и «Кенозерский» (121 тыс. га), ЛЗ «Кожозерский» (201,6 тыс. га) и *«Чукозеро»(58,4 тыс. га),* «Онежский» (25,3 тыс. га);

в) вдоль границы Вологодской и Ленинградской областей – ПП «Вепсский лес» (190 тыс. га), в Вологодской области – НП «Русский Север» (166 тыс. га) и др.

Общая площадь указанных ООПТ превышает 1,5 млн га.

Тимано-Печорский зеленый пояс (ТПЗП). В Европе это одна из самых крупных территорий, покрытых коренными лесами. Массивы первобытной тайги с самыми различными по площади лакунами вырубок и производных лесов разного возраста располагаются между реками Северная Двина и Печора. Наиболее ценная часть территории с коренными лесами приурочена к Тиманскому кряжу по обе стороны границы между Архангельской областью и Республикой Коми. В природоохранном отношении данный зеленый пояс еще не организован. Со стороны Архангельской области вблизи границы с Республикой Коми здесь действуют ЛЗ «Веркольский» (46,5 тыс. га) и «Пучкомский» (12 тыс. га), а также биологический заказник «Сурский» (13,5 тыс. га). В середине этого намечающегося пояса находится ГПЗ «Пинежский» с уникальными экосистемами в карстовых ландшафтах. Необходимо создание целого ряда ООПТ, в частности в бассейнах рек Пёза, Мезенская Пижма, Вашка, Уфтюга, а также в междуречье Северной Двины и Пинеги и др.

В Республике Коми для сохранения малонарушенных лесных массивов высокой природоохранной ценности, расположенных в Притиманье, созданы ЛЗ «Удорский» (242 тыс. га), «Пучкомский» (24 тыс. га), «Пысский» (60 тыс. га), «Содзимский» (33 тыс. га), «Ежугский» (46 тыс. га). Большинство из упомянутых резерватов расположены в водоохранных полосах по берегам рек, имеют вытянутую форму. С учетом важности сохранения ненарушенных экосистем темнохвойной тайги следует рассмотреть вопрос о возможности увеличения их площадей и оптимизации границ. Для этого необходимо подготовить и желательно опубликовать научные обоснования предлагаемых ООПТ.

При этом важно четко определить их площадь, контур, природоохранный статус и очередность создания.

Предуральский зеленый пояс (ПЗП) широкой полосой протянулся в меридиональном направлении вдоль восточной границы Республики Коми по предгорьям и западному склону Уральских гор. Здесь сохранились крупнейшие в Европе массивы первобытной тайги. Их значительная часть расположена в пределах самого большого НП России «Югыд ва» (1892 тыс. га), а также ГПЗ «Печоро-Илычский» (723 тыс. га) и его буферной зоны (497,5 тыс. га). Возвышенно-равнинно-низкогорные ландшафты Полярного Урала обеспечены охраной в значительно меньшей степени. ООПТ федерального значения здесь не созданы, имеются только небольшие по площади резерваты регионального подчинения (Республика Коми).

Некоторые научно-методические и практические проблемы формирования системы ООПТ Европейского Севера

В теоретическом плане общие представления о формировании региональных систем ООПТ в настоящее время успешно развиваются. Принципиально положение о том, что должны создаваться именно системы, а не сети ООПТ. Это предполагает функциональную взаимосвязанность природных объектов, а не их изолированное существование даже при большом количестве и значительных площадях. При таком подходе формируемая система ООПТ будет не только отвечать принципу взаимодополняемости слагаемых ее элементов, но и обладать своего рода «экологической синергией».

Оставляя в стороне общетеоретические положения, отметим специфику природоохранных проблем на Европейском Севере. Очевидно, что процесс формирования научно обоснованных и достаточных по всему спектру параметров межрегиональных систем ООПТ будет происходить на протяжении длительного периода времени, поэтому основополагающим в этой работе является четкое понимание принципа приоритетности при создании такого рода объектов. Как уже подчеркивалось, безусловно, первоочередной задачей должна стать организация ООПТ с преобладанием в ландшафтах коренных лесов. При отсутствии активных природоохранных действий их последние массивы будут вырублены или сильно фрагментированы уже в ближайшие два-три десятилетия и, следовательно, данные природные объекты могут быть безвозвратно утрачены.

По нашему мнению, сложившиеся и развивающиеся на Европейском Севере зеленые пояса представляют собой уже готовую основу для создания и развития единой межрегиональной природоохранной системы. Недостатком является то, что они вытянуты преимущественно в меридиональном направлении, во многом изолированы друг от друга и для формирования полноценной системы требуется их соединение. Очевидна также необходимость обоснования и создания ряда новых ООПТ, составляющих цепи, вытянутые в широтном направлении. Так, на территории Архангельской области уже сформировалась структура, объединяющая ряд прибеломорских ООПТ (ЛЗ «Приморский» и «Мудьюгский», биологические заказники «Двинской», «Беломорский» и «Унский» и ЛЗ «Соянский»).

В числе наиболее актуальных и до сих пор не решенных проблем охраны природных комплексов и уникальных природных явлений в юго-восточной части Фенноскандии остается разработка действенных мер по сохранению самой крупной в Европе водной системы Онежское озеро – р. Свирь – Ладожское озеро – р. Нева – Финский залив. Она также включает в себя оз. Ильмень с р. Волхов, Чудское озеро с Псковским, Сайменскую систему в Финляндии и систему р. Вуоксы на Карельском перешейке. Эта водная система с ее сложившимися природными комплексами и процессами соединяет ЗПФ и БЗОП, являясь общей ценностью шести субъектов РФ, а также Финляндии.

Весьма эффективным в плане соединения зеленых поясов между собой представляется использование водоохранных зон, особенно в западной части Европейского Севера, где очень сильно развита гидрографическая сеть, ориентированная преимущественно в широтном направлении. В целом водоохранные леса используются в хозяйственном отношении в щадящем режиме, несмотря на периодические изменения размеров воодоохранных зон, нормативов рубок в них и т.д. (в том числе в связи с принятием новых Лесного и Водного кодексов). На протяжении многих лет здесь сохраняется лесная среда. Эти зоны вполне могут рассматриваться в качестве экологических коридоров, соединяющих отдельные ООПТ. Они способны обеспечить миграцию и перемещение видов животных и растений и устойчивое существование их популяций.

В этой связи следует отметить, что Фенноскандия соединяется с остальной частью Евразии посредством всего трех относительно узких участков суши: а) между Балтийским морем (Финским заливом) и Ладожским озером (мини-

мальная ширина 50 км), б) между Ладожским и Онежским озерами (120 км), в) между Онежским озером и Белым морем (150 км). Эти естественные биогеографические русла соединяют фенноскандинавский и восточноевропейский таежные биомы [Lindèn et al., 2000; Курхинен и др., 2009]. Крайне важно обеспечить функционирование этих объектов в естественном режиме как одного из ключевых связующих элементов общей системы ООПТ на Европейском Севере.

Нерешенной проблемой для подавляющего большинства существующих ООПТ регионального ранга остается неукоснительное обеспечение режимов охраны. Их нарушения нередко столь существенны, что противоречат самой сути организации и функционирования того или иного природоохранного объекта. Одним из способом решения данной проблемы могло бы стать создание региональных дирекций по управлению ООПТ. Подобный опыт уже имеется в ряде субъектов РФ. Так, в г. Санкт-Петербурге дирекция по ООПТ была создана более 9 лет назад. Впрочем, в Ленинградской и Архангельской областях, просуществовав ряд лет, эти учреждения стали частью аппаратов администраций и утратили самостоятельность, что не могло не сказаться на эффективности их работы. В связи с этим мы считаем необходимым придать дирекциям по ООПТ юридическую самостоятельность и административную независимость, а также наделить их сотрудников инспекторскими полномочиями уровня федеральных ООПТ.

Заключение

Задача создания и развития единой межрегиональной системы ООПТ, обеспечивающей не только сохранение разнообразия таежной биоты, но и поддержание экологического равновесия на Европейском Севере, предполагает объединение усилий исследователей и специалистов природоохранных ведомств всех субъектов федерального округа. При этом в качестве первого шага необходимо провести объективную оценку репрезентативности существующей в каждом регионе сети ООПТ, выявить наиболее ценные с природоохранной точки зрения участки (опорные ООПТ) и обозначить «экологические коридоры». Крайне важно, чтобы переход от региональных сетей ООПТ к единой межрегиональной системе на Европейском Севере носил не только количественный, но и, что не менее важно, качественный характер. Иначе говоря, создаваемая система ООПТ должна в полной мере отвечать важнейшим критериям и требованиям, предъявляемым к подобным структурам.

Таким образом, работа по созданию системы ООПТ имеет ряд взаимосвязанных и взаимодополняющих составляющих: научную, законодательную, экономическую, социальную и др. Не случайно сама идея создания единой межрегиональной системы ООПТ появилась по инициативе ученых крупнейших на Северо-Западе научных и научно-образовательных центров, ведущих комплексные исследования и традиционно учитывающих в своей работе разные стороны и аспекты природоохранной деятельности, а также имеющих развитую научно-методическую базу. Кооперация усилий ученых и специалистов научных и научно-образовательных центров играет особую роль в достижении поставленной цели, так как именно они традиционно выступают в качестве главных инициаторов, организаторов и участников работ в этом направлении и к тому же имеют давнюю историю сотрудничества. Координирующими центрами деятельности по созданию единой межрегиональной системы ООПТ могут выступить Межведомственный северо-западный координационный совет при РАН по фундаментальным и прикладным исследованиям, а также недавно организованный Северный (Арктический) федеральный университет. В Программе социально-экономического развития Северо-Запада РФ до 2030 г., подготовленной недавно Межведомственным координационным советом, отдельным пунктом указано развитие системы ООПТ на Европейском Севере в качестве самостоятельного направления, тем самым зафиксирована его приоритетность для Северо-Западного федерального округа РФ.

Литература

Добрынин Д. А., Столповский А. П. Ландшафтное разнообразие и система особо охраняемых природных территорий Архангельской области. Архангельск, 2008. 36 с.

Громцев А. Н., Антипин В. К., Бахмет О. Н. и др. Научное обоснование развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия / Под ред. А.Н. Громцева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 112 с.

Курхинен Ю., Громцев А., Данилов П. и др. Особенности и значение таежных коридоров в Восточной Фенноскандии // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 16–23

Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития / Авт.-сост.: В. Г. Кревер, М. С. Тишков, И. А. Онуфреня. М., 2009. 456 с.

Оценка состояния управления и потребностей региональных особо охраняемых территорий на Северо-Западе России (Архангельская область, Вологодская область, Ленинградская область, Мурманская

область, Республика Карелия, Санкт-Петербург) / Ред.: Н. Миловидова, Н. Алексеева, Н. Ленцман, А. Халинен. Ювяскюля. 2010.112 с.

Паженков А. С., Смелянский И. Э., Трофимова Т. А., Карякин И. В. Экологическая сеть Республики Башкортостан. Представительство МСОП для России и стран СНГ. М., 2005. 198 с.

Сергиенко В. Г. Формирование сети особо охраняемых природных территорий и охрана природных экосистем в связи с хозяйственной деятельностью на Европейском Севере. СПб, 2005. 194 с.

Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области / Ред.: Н. Болотова, Н. Максутова, А. Шабунов. 2008. 266 с.

Сохранение природы, культурного наследия и экотуризм – элементы стратегии развития Баренцева Евро-Арктического региона (российская часть). Аналит. докл. Петрозаводск, 1997. 61 с.

Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России: Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелия, Санкт-Петербурга / Под ред. К. Н. Кобякова. СПб, 2011. 220 с.

Стоящева Н.В. Экологический каркас территории и оптимизация природопользования на юге Западной Сибири (на примере Алтайского региона). Новосибирск, 2007. 140 с.

Linden H., Danilov P., Gromtsev A. et al. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia // Wildlife Biology. 2000. Vol. 6. P. 179–188.

State of the Parks in Finland. Finnish Protected Areas and Their Management from 2000 to 2005 / Ed. M. Heinonen. Helsinki: Metsähallitus, 2007. 313 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Боголицын Константин Григорьевич
проректор по науч. работе, д. х. н., профессор
ГОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет
ул. Наб. Сев. Двины, 17, Архангельск, Архангельская область, Россия, 163002
эл. почта: k.bogolitsin@narfu.ru
тел.: (8182) 218927

Bogolitsyn, Konstantin
Northern (Arctic) Federal University
17 Nab. Severnoi Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia
e-mail: k.bogolitsin@narfu.ru
tel.: (8182) 218927

Болотова Наталья Львовна
зав. каф. зоологии и экологии
д.б.н., профессор ГОУ ВПО Вологодский государственный педагогический университет
ул. С. Орлова, 6, Вологда, Россия, 160035
эл. почта: bolotova@vologda.ru
тел.: 8 (8172)725101

Bolotova, Natalia
Vologda State Pedagogical University (VSPU)
6 Orlov St., 160035 Vologda,
e-mail: bolotova@vologda.ru
tel.: 8 (8172)725101

Громцев Андрей Николаевич
зав. лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем, д.с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: gromtsev@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Gromtsev, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: gromtsev@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Данилов Петр Иванович
зав. лаб. зоологии, д.б.н., профессор
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Danilov, Pyotr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Дегтева Светлана Владимировна
зам. директора по науч. работе, д.б.н.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 167982
эл. почта: degteva@ib.komisc.ru

Dyogteva, Svetlana
Institute of Biology, Komi Research Centre, Russian Academy of Science
28 Kommunisticheskaya St., 167982 Syktyvkar, Komi Republic, Russia
e-mail: degteva@ib.komisc.ru

Ефимов Валерий Антонович
старший научный сотрудник
Институт экологических проблем Севера Уральского отделения РАН
ул. Наб. Сев. Двины, 23, Архангельск, Архангельская область, Россия, 163000
эл. почта: valerefimov@yandex.ru
тел.: (8182) 205084

Yefimov, Valeriy
Institute for Ecological Problems in the North, Ural Branch, Russian Academy of Science
23 Nab. Severnoi Dviny, 163000 Arkhangelsk, Arkhangelsk Region, Russia
e-mail: valerefimov@yandex.ru
tel.: (8182) 205084

Жиров Владимир Константинович.
профессор, д. б. н. чл.-кор. РАН,
директор Полярно-альпийского ботанического сада-
института Кольского научного центра РАН
Кировск, Мурманская область, Россия, 184256
эл. почта:
тел.: (8815)3152742

Zhirov, Vladimir
Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Research Centre,
Russian Academy of Science
184256 Kirovsk, Murmansk Region, Russia
e-mail:
tel.: (8815)3152742

Ковалев Дмитрий Николаевич
ведущий научный сотрудник
ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный
университет, биолого-почвенный факультет
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 198504
эл. почта: dimakov@list.ru
тел. :+7921 9981219

Kovalyov, Dmitry
Faculty of Biology and Pedology, St. Petersburg State
University
7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia
e-mail: dimakov@list.ru
tel.: +7921 9981219

Крышень Александр Михайлович
главный научный сотрудник, д.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769601

Kryshen', Alexandr
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769601

Кузнецов Олег Леонидович
зав. лаб. болотных экосистем, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Kuznetsov, Oleg
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Максутова Надежда Камелиевна
зав. каф. географии, к.г.н., доцент
ГОУ ВПО Вологодский государственный педагогический
университет
ул. С. Орлова, 6, Вологда, Россия, 160035
эл. почта: maksutova@mail.ru
тел.: 8 (8172)725131

Maksutova, Nadezhda
Vologda State Pedagogical University (VSPU)
6 Orlov St., 160 035 Vologda
e-mail: maksutova@mail.ru
tel.: 8 (8172)725131;

Мамонтов Виктор Николаевич
научный сотрудник
Институт экологических проблем Севера Уральского
отделения РАН
ул. Наб. Сев. Двины, 23, Архангельск, Архангельская
область, Россия, 163000
эл. почта: mamont1965@list.ru

Mamontov, Victor
Institute for Ecological Problems in the North, Ural Branch,
Russian Academy of Science
23 Nab. Severnoi Dviny, 163000 Arkhangelsk, Arkhangelsk
Region, Russia
e-mail: mamont1965@list.ru

Маслобоев Владимир Алексеевич
директор, д.т.н. институт проблем промышленной
экологии Севера Кольского научного центра РАН
ул. Академгородок, 14, Апатиты,
Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: masloboev@ksc.ru
тел.: (88155)79594

Masloboev, Vladimir
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola
Research Centre, Russian Academy of Science
14 Akademgorodok St., 184209 Apatity,
Murmansk Region, Russia
e-mail: masloboev@ksc.ru
tel.: (88155)79594

Носков Георгий Александрович
профессор, д.б.н.
ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный
университет
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия,
198504
эл. почта: g.noskov@mail.ru

Noskov, Georgii
Faculty of Biology and Pedology, St. Petersburg State
University
7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia
e-mail: g.noskov@mail.ru

Таскаев Анатолий Иванович
к.б.н.
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения РАН
ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, Республика Коми,
Россия, 167982

Taskaev, Anatoly
Institute of Biology, Komi Research Centre, Russian Academy
of Science
28 Kommunisticheskaya St., 167982 Syktyvkar, Komi Republic,
Russia

Титов Александр Федорович
зав. лаб. экологической физиологии растений,
чл.-кор. РАН, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: titov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769710

Titov, Alexandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: titov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769710

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 12–22

УДК 581.9

БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИГРАНИЧНОЙ КАРЕЛИИ

Е.П. Гнатюк[1], А.М. Крышень[2], О.Л. Кузнецов[3]

[1] Петрозаводский государственный университет
[2] Институт леса Карельского научного центра РАН
[3] Институт биологии Карельского научного центра РАН

В статье обсуждаются существующие схемы природных районирований Карелии и Фенноскандии. Рассматриваются границы подзон, полос второго порядка, геоботанических округов на территории Карелии. Обсуждается вопрос зональной принадлежности северного Приладожья и подчеркивается отсутствие биогеографических аргументов для отнесения его к южной тайге. Анализ существующих вариантов природных районирований и реальной ситуации вдоль российско-финляндской границы показал, что за основу при дифференциации растительного покрова можно взять геоботанические районирования [Раменская, Шубин, 1975; Геоботаническое.., 1989; Юрковская, 2000] с их корректировкой и детализацией. Дана характеристика приграничных геоботанических округов.

Ключевые слова: биогеографическое районирование, геоботаническое районирование, Карелия, растительность, Фенноскандия.

E. P. Gnatuyk, A. M. Kryshen', O. L. Kuznetsov. BIOGEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF BORDERLAND KARELIA

The paper dwells upon existing variants of natural zoning of Karelia and Fennoscandia. Borders of subzones, second order belts, geobotanical sectors in Karelia are considered. Zonal affiliation of the northern Ladoga area is discussed, and it is stressed that there are no biogeographical arguments for including it in southern taiga. Analysis of existing variants of natural zoning and the current situation along the Russian-Finnish border shows geobotanical zoning schemes can, after certain correction and detailing, be used as the basis for differentiation of the plant cover [Раменская, Шубин, 1975; Геоботаническое.., 1989; Юрковская, 2000]. Geobotanical sectors along the border are characterized.

Key words: biogeographical zoning, geobotanical zoning, Karelia, vegetation, Fennoscandia.

Зеленый пояс Фенноскандии включает ряд охраняемых природных территорий вдоль российско-финляндской границы, имеющей протяженность в пределах Карелии более 700 км. Пространственная дифференциация природных условий этой территории вызывает особый интерес, так как природные районирования должны быть положены в основу научного обоснования рационального природопользования и охраны окружающей среды. Выполненные к настоящему времени многочисленные работы по районированию Карелии требуют анализа этих материалов и выбора единой иерархической системы хорологических единиц, которая может быть использована в качестве базовой для учета и оценки биологического и ландшафтного разнообразия.

Из существующих природных районирований территории Карелии следует упомянуть: геоморфологическое [Бискэ, 1959; Лукашов, 2003], ландшафтное [Казакова, 1961; Раменская, Шубин, 1975; Волков и др., 1985; Антонова, 2001], климатическое [Атлас.., 1989], почвенное [Морозова, 2001], зоогеографическое [Марвин, 1957; Ивантер, 2001, 2008], орнитогеографическое [Сазонов, 2003а], орнитологическое зонально-ландшафтное [Сазонов, 2003б], флористическое [Раменская, 1960, 1983], гидрографическое [Литвиненко, Лозовик, 2003]. На основе типологической карты ландшафтов Карелии разработан целый ряд тематических районирований [Громцев, Коломыцев, 1998; Громцев, 2000, 2008].

Наиболее важным для природоохранных целей, на наш взгляд, является геоботаническое районирование, строящееся на комплексном анализе природной среды и растительности. Для рассматриваемой территории оно представлено в настоящее время в нескольких вариантах [Цинзерлинг, 1934; Геоботаническое районирование.., 1989; Юрковская, 1993; Елина и др., 2000 и др.]. На базе общего геоботанического районирования в республике разработаны и его более узкие специализированные варианты: лесотипологическое [Яковлев, Воронова, 1959], лесорастительное [Федорец и др., 2000], луговое [Раменская, 1958], болотное [Юрковская, 1971; Елина и др., 1984] районирования. На примыкающей к западной границе Карелии территории Восточной Фенноскандии также имеется ряд природных районирований, разработанных по несколько иным критериям, нежели у российских авторов, из них для нас наиболее важны климато-фитогеографическое [Ahti et al., 1968; Tuhkanen, 1984] и биогеографическое [Cajander, 1906] районирования Восточной Фенноскандии.

Если строго подходить к дифференцированию территории по биогеографическим принципам, то все варианты природных районирований должны более или менее совпадать или, по крайней мере, иметь много общих границ. На самом же деле именно вблизи российско-финляндской границы наблюдаются разночтения даже в самых крупных – зональных – выделах. Необходимо найти точки соприкосновения с финляндскими вариантами районирования на уровне границ природных зон (подзон в русской геоботанике), обусловленных климатом, то есть зональных. Они должны совпадать, так как граница между государствами не может разрезать биоклиматические зоны, вызывая их смещение.

Вся Карелия располагается в таежной зоне, на ее территории обычно выделяют подзоны северной и средней тайги [Цинзерлинг, 1934; Атлас СССР, 1985; Геоботаническое районирование.., 1989 и др.], а в последнее время также и подзону южной тайги [Юрковская, 1993, 2000; Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993; Юрковская, Елина, 2009]. В ряде ботанико-географических районирований, отражающих влияние на растительный покров климатических факторов, в пределах подзон (полосы первого порядка) выделяются также полосы второго порядка [Геоботаническое районирование.., 1947; Растительность.., 1980; Раменская, 1975, 1983; Юрковская, 2000]. В новом ботанико-географическом зонировании территории Карелии и Мурманской области Т. К. Юрковская [Елина и др., 2000] выделяет в северотаежной подзоне региона три полосы (крайнесеверная тайга, типичная северная тайга и южная буферная полоса северной тайги), а в среднетаежной – две (северная и южная полосы) (рис.1). Все эти полосы представлены в пределах Зеленого пояса Фенноскандии. Северное Приладожье (к югу от оз. Янисъярви до границы с Ленинградской областью) в ранге Приладожского (Лесогорско-Янисъярвского и Лесогорского в более ранних версиях) геоботанического округа отнесено Т. К. Юрковской [Елина и др., 2000] к северной полосе подзоны южной тайги. В пределах этого округа на новой карте восстановленной растительности Карелии [Юрковская, Елина, 2009] южнотаежными показаны только еловые леса, а сосновые, занимающие половину территории, отнесены к среднетаежным. Основанием для отнесения этой территории к подзоне южной тайги Т. К. Юрковская считает широкое распространение здесь двух южнотаежных ассоциаций еловых лесов – ельников кисличных и дубравно-травянистых с заметным участием неморальных видов. При этом она отмечает значительную обедненность их видового состава неморальными элементами по сравнению с одноименными ассоциациями в районах типичной южной тайги.

Зональная принадлежность территории северного Приладожья давно является дискуссионной, к южной тайге ее относил ряд авторов и ранее [Ниценко, 1964; Исаченко и др., 1965]. А. А. Ниценко [1964] рассматривал эту территорию как «ботанико-географическую инверсию» участка южной тайги в среднюю. М. Л. Раменская и В. И. Шубин [1975] южнотаежным считали только небольшой Куркиекский природный район, расположенный южнее г. Лахденпохья.

Следует отметить высокую антропогенную трансформированность растительного покрова северного Приладожья: в течение нескольких столетий и до начала XX в. здесь существовала

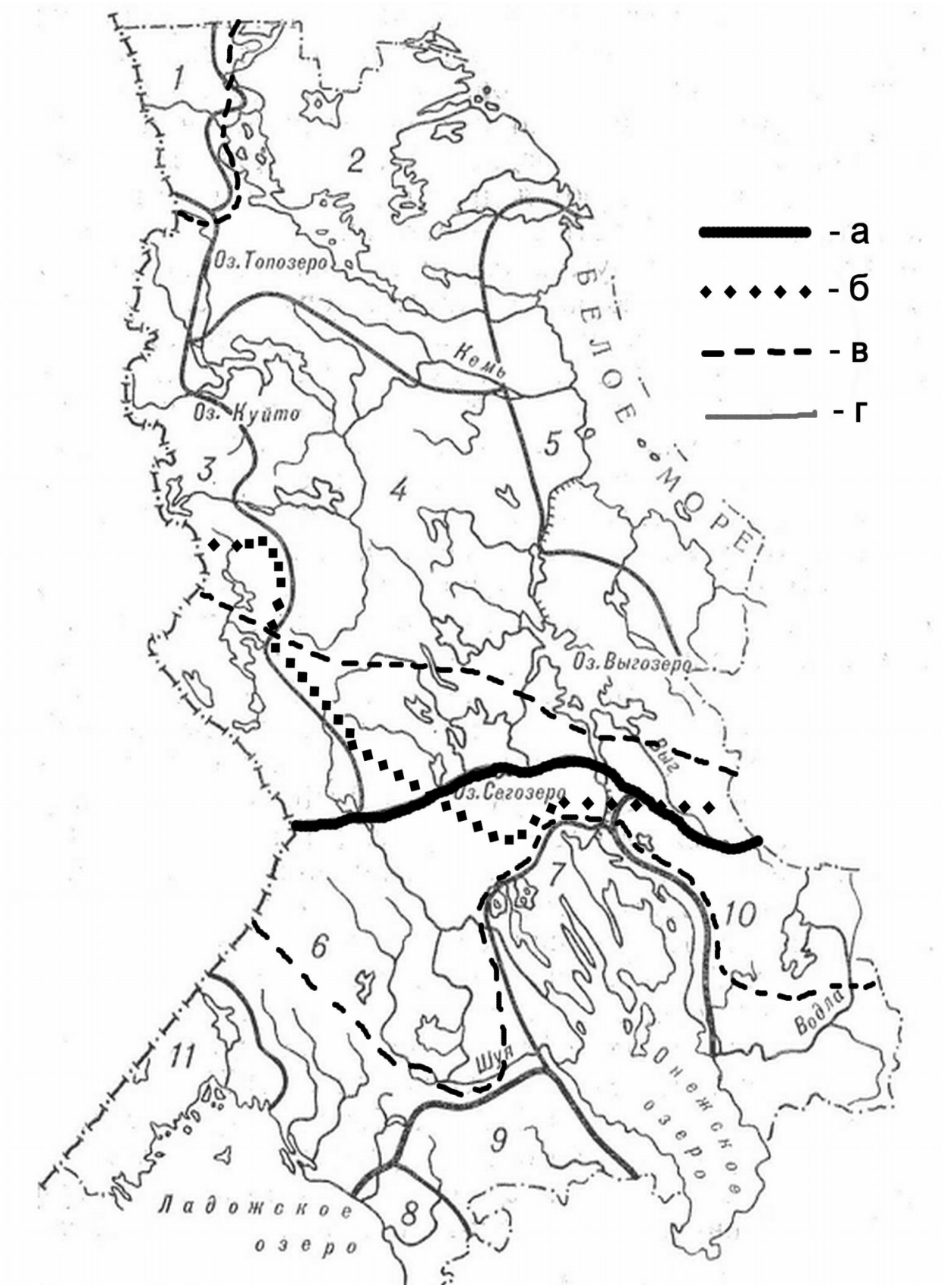


Рис. 1. Дифференциация растительного покрова территории Карелии

Усл. обозн.: а – граница подзон северной и средней тайги [по: Геоботаническое районирование.., 1989]; б – граница подзон северной и средней тайги [по: Цинзерлинг, 1934]; в – границы полос второго порядка [по: Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993]; г – границы геоботанических округов [по: Юрковская, 2000]. Номерами обозначены геоботанические округа, их названия и описания см. в тексте

подсечная система земледелия [Громцев, 2003], поэтому абсолютное большинство лесов являются производными (за исключением редкостойных скальных сосняков). «Южнотаежные» ельники приурочены здесь не к плакорным, а к склоновым и логовым местообитаниям, а также к террасам крупных озер, поэтому вопрос об их зональности дискуссионен. Развитие таких ельников в приозерной полосе Ладожского озера обусловлено комплексом локальных климатических и почвенно-геологических факторов (смягчающее влияние озера, богатство почв на основных породах и глинистых озерных отложениях). При этом общеклиматические характеристики Приладожья отличаются от таковых прилегающей территории незначительно [Атлас.., 1989], но погодные условия в вегетационный период благодаря озеру более мягкие. Подобная ситуация наблюдается и на Заонежском полуострове, где также можно выделить ряд экстразональных анклавов южнотаежных еловых лесов [Яковлев, Воронова, 1959; Атлас.., 1989; Кузнецов, 1993]. Такие анклавы на карте восстановленной растительности Карелии [Юрковская, Елина, 2009] выделены также в западной части Заонежья и на Шокшинской возвышенности. Известно [Ниценко, 1958], что в производных лесах на богатых почвах в процессе восстановительных сукцессий участие неморальных и бо-



Рис. 2. Растительные зоны Северо-Восточной Европы [по: Ahti et al., 1968]

N. BOREAL (northern boreal) – североборeальная; M. BOREAL (middle boreal) – среднебореальная; S. BOREAL (south boreal) – южнобореальная; HEMIBOREAL – гемибореальная; TEMPERATE – умеренная

реонеморальных травянистых видов возрастает, а мхов, наоборот, снижается, что, видимо, и происходит в северном Приладожье. В составе аборигенной фракции флоры Приладожья доля неморальных и бореонеморальных видов составляет 17%, что близко к их доле во флоре Заонежского, Олонецкого и Пудожского флористических районов – 14–14,5% [Гнатюк и др., 2003б]. Во флорах северотаежных флористических районов республики их участие всего 6–7%. Если сравнить доли только неморальных видов, то получатся еще более сходные данные: 7% в Приладожском, по 6% в Пудожском и Заонежском и 5% в Олонецком флористических районах.

Исходя из вышеизложенного, на наш взгляд, северное Приладожье следует относить к южной буферной полосе подзоны средней тайги, которую целесообразно выделить как в Приладожье и Обонежье, так, видимо, и далее на восток, однако для этого требуется специальный анализ материалов.

Таким образом, мы предлагаем принять вариант прохождения северной границы подзоны южной тайги по южному берегу Ладожского озера до Финского залива Балтийского моря, исключая Карельский перешеек. В этом случае на российско-финляндской границе она хорошо стыкуется с границей южнобореальной и гемибореальной зон (рис. 2), выделяемых скандинавскими ботаниками [Jalas, 1965; Ahti et al., 1968; Tuhkanen, 1984; Hamet-Ahti, 1981]. Они проводят эту границу по Финскому заливу, р. Неве и далее по южному берегу Ладожского озера к устью р. Волхов, также исключая Карельский перешеек и северное Приладожье из гемибореальной зоны (подзоны южной тайги). При этом надо отметить строгое следование финских авторов климатическим (зональным) критериям. Этот рубеж совпадает с южной границей атлантико-арктической климатической зоны умеренного пояса [Атлас СССР, 1985] и с южной границей Фенноскандии [Red Data Book.., 1998], но не совпадает с границей подзон южной и средней тайги, которая в соответствии с геоботаническим районированием Нечерноземья [Геоботаническое районирование.., 1989] проходит по Карельскому перешейку.

Не все так просто и с границей подзон средней и северной тайги. Восточнее оз. Сегозеро всеми исследователями граница проводится достаточно сходно. К западу от Сегозера, то есть собственно в пределах Зеленого пояса Фенноскандии, имеется как минимум два варианта положения этого рубежа. Ю. Д. Цинзерлинг [1934] проводил границу подзон северной и средней тайги фактически по водоразделу Балтийского и Белого морей, и в западной Карелии она подходит к государственной границе несколько южнее оз. Каменное (см. рис. 1). В таком варианте она приближается к границе среднебореальной (middle boreal) и северобореальной (northern boreal) зон (см. рис. 2) по версии финских исследователей [Ahti et al., 1968], но совершенно не согласуется с современными районированиями в России [Геоботаническое районирование.., 1989; Юрковская, 2000]. Чем можно объяснить такое расхождение? Т. Ахти с коллегами учитывали при выделении зон и присутствие в регионе горных территорий с высотной поясностью растительности и более суровыми климатическими условиями, поэтому границы зон в их районировании на отдельных участках имеют меридиональную направленность. Таким образом, южная граница северобореальной зоны огибает хребет Маанселькя южнее оз. Каменное, затем резко поднимается на север к западному берегу оз. Пяозеро и далее продолжается на восток к северной оконечности Кандалакшского залива Белого моря (см. рис. 2). При этом следует учитывать, что северобореальная зона финских авторов, по сути, соответствует полосе крайнесеверной тайги (редкостойные леса) российских геоботаников [Раменская, 1983; Юрковская, 2000]. Среднебореальная [middle boreal] зона финских авторов включает типичную (осветленные леса) и буферную полосы северной тайги в российских районированиях.

Современная граница подзон северной и средней тайги на российско-финляндской границе проводится немного южнее 63 параллели от места пересечения р. Койтайоки государственной границы к южной оконечности оз. Гимольское и далее к западному берегу оз. Сегозеро [Геоботаническое районирование.., 1989]. У российско-финляндской границы, приблизительно на 50 км южнее от границы подзон северной и средней тайги, проводится граница средне- и южнобореальной зон финских геоботаников. На российской стороне она огибает южную оконечность Западно-Карельской возвышенности с абсолютными отметками до 200–250 м и более суровыми климатическими условиями (повышение отметок поверхности суши на 100 м обусловливает снижение среднегодовой температуры на 0,6 градуса), затем проходит южнее Сегозера, через Медвежьегорск, совпадая с границей подзон северной и средней тайги российских геоботаников только в восточной части Карелии. С точки зрения геоботанического районирования территории всей России эти расхождения незначительны и на картах европейской части

России практически не заметны. Надо сказать, что описанные разночтения в проведении границы средней и северной подзон тайги несколько сглаживаются введением буферной зоны [Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993], справедливость выделения которой была подтверждена и нашими исследованиями флоры [Гнатюк, Крышень, 2001].

Наряду с широтной дифференциацией растительного покрова в геоботанических и природных районированиях проводится его разделение и в меридиональном направлении. В пределах подзон выделяются геоботанические округа (см. рис. 1), обычно довольно тесно связанные с крупными орографическими выделами. Проведенный нами ранее [Крышень, 2006] анализ соответствий геоботанических округов [Юрковская, 1993, 2000], геоботанических (ландшафтных) районов [Раменская, Шубин, 1975] (рис. 3) и биогеографических провинций [Cajander, 1906] показал следующее. Геоботаническое районирование ниже зонального уровня основано на признаках растительности, обусловленных в основном геологией и рельефом, поэтому неудивительно, что существующие варианты геоботанических районирований [Раменская, Шубин, 1975; Юрковская, 1993, 2000] на территории вдоль границы в целом очень близки. Они различаются только по дробности выделяемых единиц: у Т. К. Юрковской это 4 крупных округа, а у М. Л. Раменской и В. И. Шубина здесь представлены 8 районов и ряд подрайонов, более детально отражающих специфику растительного покрова и рельефа соответствующих выделов (см. рис. 3). Они также хорошо корреспондируют с картами лесорастительного районирования [Яковлев, Воронова, 1959; Громцев, 2008], почв [Морозова, 2001] и ландшафтов [Казакова, 1961]. Это свидетельствует о том, что во всех этих работах использован ряд общих критериев и они отражают реальную природную обстановку.

Биогеографическое деление Фенноскандии на провинции, выполненное финскими натуралистами к началу XX в. [Cajander, 1906] и широко используемое для картирования и анализа флористических и фаунистических данных по настоящее время как скандинавскими [Retkeilykasvio, 1998; Flora Nordica, 2000], так и российскими исследователями [Red Data Book.., 1998; Кравченко, 2007], во многом не соответствует современному геоботаническому районированию территории. Биогеографическое деление Фенноскандии финских авторов является скорее флористическим [Цинзерлинг, 1934], а в силу большей консервативности флоры по сравнению с растительностью флористические выделы не всегда совпадают с геоботаническими и могут быть крупнее их. Границы большинства биогеографических провинций не совпадают с современными биоклиматическими рубежами. Ряд их был выделен по административным границам княжества Финляндского и России, и сейчас некоторые из них представлены на территории Карелии только небольшой своей частью [Kuusamo, Karelia borealis]. Провинции были использованы при разработке флористического районирования Карелии М. Л. Раменской [1983], но при этом границы ряда районов были ею изменены и соотнесены с геоботаническими рубежами, в первую очередь с границей подзон северной и средней тайги. Анализ современных флористических данных, в том числе по составу локальных флор [Гнатюк и др., 2003 а, б], свидетельствует о необходимости пересмотра флористического и биогеографического районирований Карелии и прилегающих территорий.

В настоящее время широко применяются дистанционные методы определения точных координат объектов, что позволяет создавать точечные карты их распространения. Наряду с этим в скандинавских и других странах Европы ведется картирование распространения видов по сеткам регулярных квадратов 50x50 и 10x10 км, что позволяет решать задачи охраны как отдельных таксонов, так и биоразнообразия определенных территорий, флористические районирования при этом не столь актуальны. В условиях Карелии вопросы рационального природопользования, оценки биоразнообразия и организации его охраны рассматриваются чаще всего на ландшафтной основе [Волков и др. 1985; Громцев, 2000, 2003]. При анализе ботанических материалов необходимо также использовать имеющиеся геоботанические районирования [Юрковская, 2000; Раменская, Шубин, 1975], включающие округа или районы как низшие единицы разделения растительного покрова. Именно округ характеризуется сочетаниями условий физико-географической среды, определяющими набор экотопов, и поэтому он является ключевым пространственным выделом для типологической характеристики растительности. Кроме того, четкость границ делает эту единицу биогеографического районирования удобной для сравнительных флористических и фаунистических исследований. Ниже мы приводим краткие характеристики геоботанических округов [Юрковская, 2000], расположенных на территории Карелии, непосредственно прилегающей к границе с Финляндией, и, вероятно, заходящих на ее территорию.

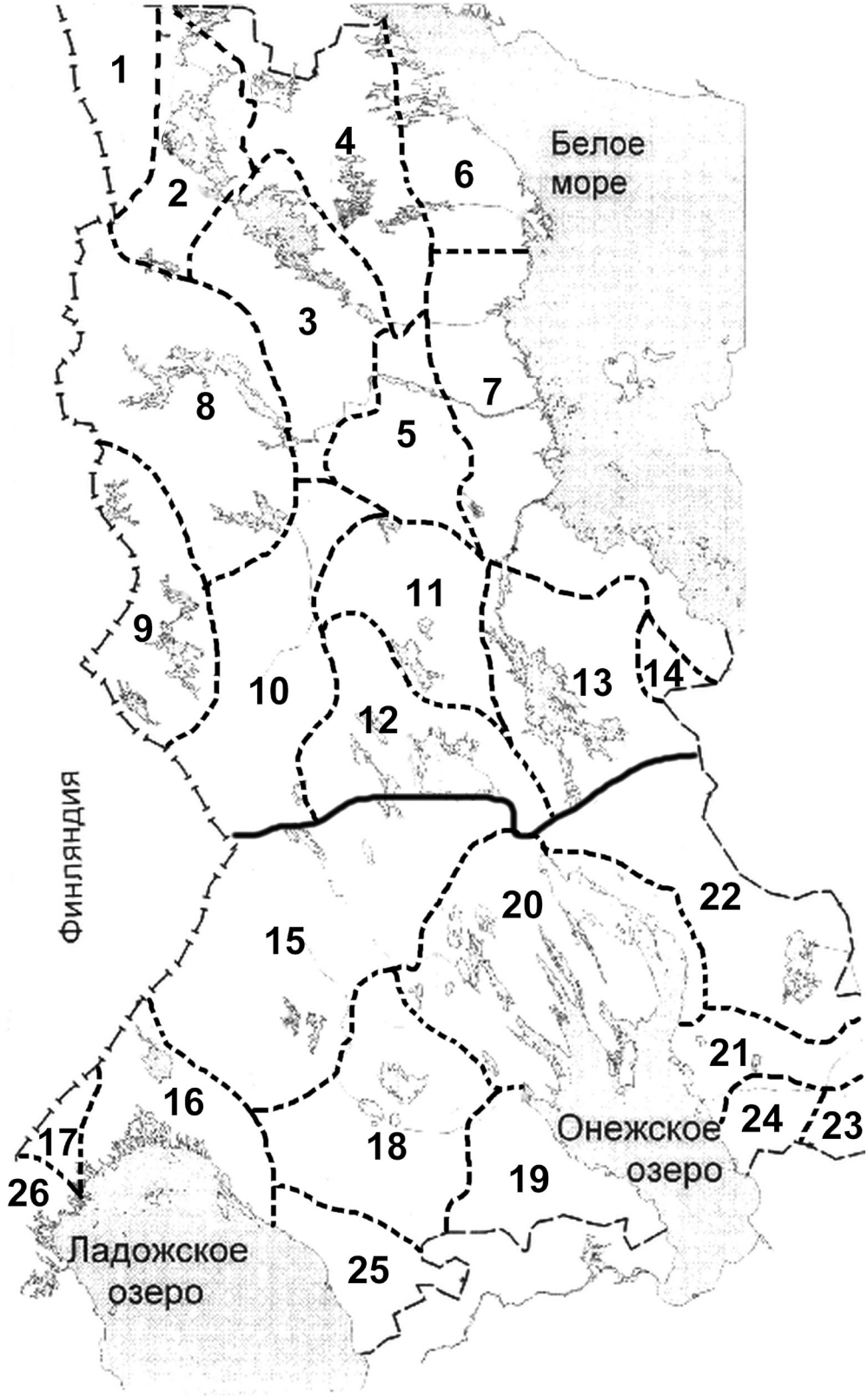


Рис. 3. Схема ландшафтных (геоботанических) районов Карелии [по: Раменская, Шубин, 1975]

Сплошная жирная линия – граница подзон; жирная пунктирная линия – границы ландшафтных провинций; пунктирная и тонкая пунктирная линия – соответственно районы и подрайоны. Районы: 1 – Кандалакшский, 2 – Пяозерский, 3 – Топозерский, 4 – Керетьозерский, 5 – Маслозерский, 6 – Лоухско-Беломорский, 7 – Кемско-Беломорский, 8 – Калевальский, 9 – Лексозерский, 10 – Мотко-Чирко-Кемский, 11 – Ондозерский, 12 – Сегозерский, 13 – Выгозерский, 14 – Ветренного пояса, 15 – Суоярвский, 16 – Сортавальский, 17 – Пюхяярвский, 18 – Сямозерский, 19 – Шелтозерский, 20 – Кондопожский, 21 – Восточно-Прионежский, 22 – Водлозерский, 23 – Колодский, 24 – Пудожский, 25 – Олонецкий, 26 – Куркиекский

Северо-западный горный карельский геоботанический округ (см. рис. 1, № 1) характеризуется значительным присутствием еловых лесов (в отличие от остальных северотаежных округов, где преобладают сосняки). Это единственный горный карельский округ (с максимальной отметкой 576 м – г. Нуорунен), где выражена вертикальная поясность и на вершинах представлены экстразональные для Карелии горно-тундровые редколесья и кустарничково-лишайниковые тундры [Юрковская, 2000]. Специфику округу придают евтрофные «висячие» болота, развивающиеся на склонах различной крутизны [Havas, 1961; Кузнецов, 1995]. Северная граница округа проходит в Мурманской области, он целиком находится в полосе крайнесеверной тайги и является единственным из карельских геоботанических округов, относящихся к северобореальной зоне финских геоботаников. М. Л. Раменская и В. И. Шубин [1975] рассматривают эту территорию в ранге юго-западного подрайона Кандалакшского района Карело-Кольской горной провинции, отмечая в нем преобладание крупногрядово-холмистых ландшафтов и горных поднятий (тунтури) с высоким участием ельников в растительном покрове и наличие горных тундр. По классификации ландшафтов А. Д. Волкова с коллегами [1981] и карте ландшафтов [Волков и др., 1997] в округе представлен только один тип ландшафта: денудационно-тектонический холмисто-грядовый с низкогорьями среднезаболоченный с преобладанием еловых местообитаний. Создание национального парка «Паанаярви» в центре округа обусловило в последние десятилетия большой интерес исследователей к его территории [Паанаярвский.., 1993; Природа и экосистемы.., 1995; Природа.., 2003]. Этот округ характеризуется высоким разнообразием и спецификой флоры, включающей 21 дифференциальный вид [Кравченко, Кузнецов, 2001], поэтому его территория выделяется в самостоятельный Имандровский флористический район, в пределах которого карельская часть территории отнесена к юго-западному подрайону [Раменская, 1983]. В скандинавском районировании это провинция Куусамо (Regio Kuusamoensis), точнее, ее небольшая часть в пределах Карелии.

Западнокарельский геоботанический округ (см. рис. 1, № 3) простирается узкой полосой по восточным отрогам хребта Маанселькя и Западно-Карельской возвышенности вдоль российско-финляндской границы от р. Пистойоки на севере и до современной границы подзон средней и северной тайги на юге почти на 300 км. Он пересекает две полосы северной тайги, а по районированию М. Л. Раменской и В. И. Шубина [1975] – три геоботанических (ландшафтных) района в их западных частях: Калевальский водораздельный сельгово-равнинно-озерный, Лексозерский сельгово-озерный и Мотко-Чирко-Кемский водораздельный сельгово-равнинный (см. рис. 3). Авторы отмечают сложную ландшафтную структуру этих районов и их растительного покрова. По районированию финских геоботаников [Ahti et al., 1968] северная часть округа (севернее оз. Каменное) входит в северобореальную зону, а южная – в среднебореальную (см. рис. 2). Согласно ландшафтной карте [Волков и др., 1997], в округе представлены три типа денудационно-тектонических холмисто-грядовых ландшафтов, различающихся по степени заболоченности и преобладанию сосновых и еловых местообитаний. Территория округа характеризуется значительной расчлененностью рельефа (от 150 до 350 м), широким распространением песчаных и каменистых морен в сочетании с сельгами различного генезиса, что обусловливает пестроту лесного покрова с преобладанием лишайниковых, зеленомошных и скальных сосняков, а также ельников в более богатых экотопах. Заболоченность округа в целом невысокая, но она сильно варьирует в зависимости от геоморфологических условий конкретных урочищ. На наш взгляд, требуется уточнение восточной границы этого округа (расширение на восток) и его возможное разделение на подрайоны с учетом орографии и структуры растительного покрова. По флористическому районированию он входит в западные части двух крупных районов (Топозерский и Кемский), однако на его территории целесообразно выделить самостоятельный флористический район [Гнатюк и др., 2003б] или подрайоны двух существующих.

Суоярвский геоботанический округ (см. рис. 1, № 6) расположен в двух полосах подзоны средней тайги и совпадает в приграничной части с западным и центральным подрайонами Суоярвского водораздельного равнинно-болотного района, выделенного М. Л. Раменской и В. И. Шубиным [1975], по данным которых здесь преобладают ландшафты всхолмленных моренных и болотных равнин. Он отличается наличием сообществ, носящих черты северотаежной (в северной части округа) и среднетаежной растительности, среди которых сосновые, елово-сосновые, еловые кустарничково-зеленомошные и сфагновые заболоченные леса. Заболоченность округа высокая (30–50%), здесь широко распространены болота верховые сфагновые грядово-мочажинные, переходные осоково-сфагновые, а также аапа болота

среднекарельского варианта на севере и южнокарельского – на юге округа [Геоботаническое районирование.., 1989].

По районированию финских геоботаников посередине округа в его приграничной части проходит граница средне- и южнобореальной зон. В этом округе, как и в предыдущем, представлены три типа денудационно-тектонических холмисто-грядовых ландшафта разной степени заболоченности и преобладания сосновых и еловых местообитаний [Волков и др., 1997]. При этом геоморфологами эта территория характеризуется как холмисто-моренная равнина с участками озов и друмлинов и со значительной мощностью четвертичных отложений [Лукашов, 2003]. М. Л. Раменская [1983] отнесла эту территорию к Суоярвскому флористическому району, который является одним из самых бедных и неоригинальных (не содержит ни одного дифференциального вида) в республике, его флора – переходная между северо- и среднетаежной – включает всего 9,7 % видов южной фракции (бореонеморальных и неморальных), а доля неморальных видов составляет всего 0,2% [Гнатюк и др., 2003б].

Приладожский (Лесогорско-Янисъярвский, Лесогорский) геоботанический округ (см. рис. 1, № 11) в районировании М. Л. Раменской и В. И. Шубина [1975] делится на три района: Сортавальский фьордообразных озерных побережий, шхер и скалистых сельг (за исключением самой юго-восточной оконечности), Пюхяярвский озерно-холмистый и Куркиекский ложбинных озер, скалистых сельг и фьордообразных озерных побережий (см. рис. 3). Территория характеризуется большим разнообразием типов и форм рельефа: от высоких отвесных скальных гряд до плоских озерных глинистых равнин. В западной приграничной полосе расположен комплекс конечно-моренных образований Салпаусселькя, к которым приурочены сухие сосняки (Пюхяярвский озерно-холмистый район). Округ отличается разнообразием лесной растительности – от южнотаежных типов ельников (кисличных и дубравно-травянистых) и среднетаежных ельников (черничных, черничноброусничных) и сосняков (кустарничково-зеленомошных и лишайниково-зеленомошных) до бедных сосняков вороничных, близких к северотаежным, на скалах по побережью Ладожского озера [Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993]. Большие площади заняты сельскохозяйственными угодьями на мелиорированных землях на озерных и болотных отложениях, а также производными лесами на месте заброшенных угодий. Практически все болота в округе освоены еще к концу XIX в., сохранилось только одно довольно крупное болото Рилинкисуо около п. Вяртсиля. Сложная ландшафтная структура территории отражена и на карте – выделено пять типов лесных ландшафтов из разных классов [Волков и др., 1997]. Это один из наиболее богатых и наиболее оригинальный по видовому составу флористический район Карелии – Приладожский (32 дифференциальных вида) [Кравченко, Кузнецов, 2001].

Анализ существующих вариантов природных районирований и реальной ситуации вдоль российско-финляндской границы показал, что за основу при дифференциации растительного покрова можно взять геоботанические районирования [Раменская, Шубин, 1975; Геоботаническое.., 1989; Юрковская, 2000] с их корректировкой и детализацией, которые могут быть произведены только с учетом ценотического разнообразия растительности всей Восточной Фенноскандии. Включение в анализ зоогеографических данных позволит в дальнейшем разработать и новое комплексное биогеографическое районирование региона.

Литература

Антонова Р. Ф. Пространственная структура ландшафтов Карелии // Тр. КарНЦ РАН. Серия Б. Биогеография Карелии. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 19–26.

Атлас Карельской АССР. М.: ГУГК, 1989. 40 с.

Атлас СССР. М.: ГУГК, 1985. С. 98.

Бискэ Г. С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. 307 с.

Волков А. Д. Классификация географических ландшафтов, местностей и урочищ запада северной и средней тайги европейской части России. Препринт доклада. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1996. 16 с.

Волков А. Д., Громцев А. Н., Саковец В. И. Коренные леса северо-запада таежной зоны России: природные особенности, современное состояние и проблемы сохранения. Петрозаводск, 1997. 35 с.

Волков А. Д., Еруков Г. В., Караваев В. Н., Лак Г. Ц. Лесные ландшафты Карельской АССР // Природа и хозяйство Севера. 1981. Вып. 9. С. 9–17.

Волков А. Д., Лак Г. Ц., Еруков Г. В. Типы ландшафта Карельской АССР // Структура и динамика ландшафтов Карелии. Петрозаводск, 1985. С. 4–16.

Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР / Ред.: В. Д. Александрова, Т. К. Юрковская. Л.: Наука, 1989. 64 с.

Геоботаническое районирование СССР. Тр. Комитета по естественно-историческому районированию. Т. 2. М.; Л.: АН СССР, 1947.

Гнатюк Е. П., Крышень А. М. Исследование пространственной дифференциации флоры средней Карелии с помощью статистических методов // Тр. КарНЦ РАН. Серия Б. Биогеография Карелии. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 43–58.

Гнатюк Е. П., Кравченко А. В., Крышень А. М. Сравнительный анализ локальных флор южной Карелии // Биогеография Карелии (флора и фауна таежных

экосистем). Тр. КарНЦ РАН. Вып. 4. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003а. С. 19–29.

Гнатюк Е. П., Кравченко А. В., Крышень А. М. Флористическое районирование: состояние и перспективы // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003б. С. 98–105.

Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Громцев А. Н. Ландшафтные эталоны коренных лесов // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 55–60.

Громцев А. Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 238 с.

Громцев А. Н., Коломыцев В. А. Эколого-экономические критерии и ландшафтная основа районирования таежных регионов страны // Инженерная экология. 1998. № 5. С. 30–46.

Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.

Елина Г. А., Лукашов А. Д., Токарев П. Н. Картографирование растительности и ландшафтов на временных срезах голоцена таежной зоны Восточной Фенноскандии. СПб: Наука, 2005. 112 с.

Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К. Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 242 с.

Ивантер Э. В. Фаунистический анализ и проблемы зоогеографического районирования // Тр. КарНЦ РАН. Серия Б. Биогеография Карелии. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 76–81.

Ивантер Э. В. Млекопитающие Карелии. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. 292 с.

Исаченко А. Г., Дашкевич З. В., Карнаухова Е. В. Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР. Л., 1965.

Казакова О. Н. Ландшафты и урочища Карельской АССР // Учен. зап. Латв. ун-та. 1961. Т.37, вып. 4. С. 399–405.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Особенности биогеографических провинций Карелии на основе анализа флоры сосудистых растений // Тр. КарНЦ РАН. Серия Б. Биогеография Карелии. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 59–64.

Крышень А. М. Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 262 с.

Кузнецов О. Л. Флора и растительность Кижских шхер // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 107–141.

Кузнецов О. Л. Редкие и охраняемые растения болот Паанаярвского национального парка // Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка. Петрозаводск, 1995. С. 34–39.

Литвиненко А. В., Лозовик П. А. Гидрографические условия // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 27–33.

Лукашов А. Д. Геоморфологические особенности территории // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 13–18.

Марвин М. Я. Зоологическое районирование Карельской АССР // Мат-лы совещ. по зоогеографии суши. Львов, 1957. С. 161–167.

Морозова Р. М. Географические закономерности формирования почвенного покрова Карелии // Биогеография Карелии. Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. Биология. Вып. 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 12–18.

Ниценко А. А. К вопросу о границе среднетаежной и южнотаежной подзон в пределах Ленинградской области // Ботан. журн. 1958. Т. 43, № 5. С. 684–694.

Ниценко А. А. Хозяйственно-геоботаническое районирование Ленинградской области. Л.: изд-во ЛГУ, 1964. 128 с.

Паанаярвский национальный парк / Ред.: Л. Куотаниеми и др. Куусамо, 1993.159 с.

Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка / Ред.: Ю. Й. Сыстра, Ю. А. Шустов. Петрозаводск,1995. 172 с.

Природа национального парка «Паанаярви». Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. Биология. Вып. 3. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 182 с.

Раменская М. Л. Луговая растительность Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1958. 490 с.

Раменская М. Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск, 1960. 485 с.

Раменская М. Л. К типологии лесных ландшафтов Карелии // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск: Карельское книжное изд-во, 1964. С. 5–21.

Раменская М. Л. Физико-географические условия и лесные ландшафты // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1975. С. 4–35.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.

Раменская М. Л., Андреева В. Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1982. 432 с.

Раменская М. Л., Шубин В. И. Природное районирование в связи с вопросами лесовосстановления // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1975. С. 180–198.

Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.

Сазонов С. В. Орнитогеографическое деление тайги Восточной Фенноскандии и севера Русской равнины // Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Тр. КарНЦ РАН. Вып. 4. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003а. С. 88–120.

Сазонов С. В. Орнитологическое зонально-ландшафтное районирование территории Карелии и Восточной Фенноскандии // Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Тр. КарНЦ РАН. Вып. 4. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003б. С. 121–142.

Федорец Н. Г., Морозова Р. М., Синькевич С. М., Загуральская Л. М. Оценка продуктивности лесных почв. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 194 с.

Цинзерлинг Ю. Д. География растительного покрова Северо-Запада европейской части СССР. Тр. Геоморфологического института. Вып. 4. Л.: Академия наук СССР, 1934. 377 с.

Юрковская Т. К. Схема болотного районирования северной Карелии // Очерки по растительному покрову Карельской АССР. Петрозаводск: Карелия, 1971. С. 177–193.

Юрковская Т. К. Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 8–36.

Юрковская Т. К. Растительность и ботанико-географические зоны // Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и

палеогеография). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. С. 26–42.

Юрковская Т. К., Елина Г. А. Восстановленная растительность Карелии на геоботанической и палеокартах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 136 с.

Юрковская Т. К., Паянская-Гвоздева И. И. Широтная дифференциация растительности вдоль российско-финляндской границы // Ботан. журн. 1993. Т. 78, № 12. С. 72–98.

Яковлев Ф. С., Воронова В. С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Гос. изд-во Карельской АССР, 1959. 190 с.

Ahti T., Hamet-Ahti L., Jalas J. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe // Annales Botanici Fennici. 1968. Vol. 5. N 3. P. 169–211.

Cajander A. K. A.J. Melan Suomen kasvio. Helsinki, 1906. X + 764 p. + 1 mp.

Flora Nordica. Stockholm, 2000. Vol. 1. 344 p. Vol. 2. 430 p.

Hamet-Ahti L. The boreal zone and its biotic subdivision // Fennia. 1981. Vol. 159. N 1. P. 69–75.

Havas P. Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore // Ann. Bot. Soc. Vanamo, 1961. B. 31[2]. 177 s.

Jalas J. Die zonale und regionale gliederung der fennoscandischen vegetation // Revue Roumaine de Biologie. Serie de botanique. 1965. Vol. 10. N 1–2. P. 109–113.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki, 1998. 351 p.

Retkeilykasvio. Helsinki: Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo, 1998. 656 p.

Tuhkanen S. A circumboreal system of climatic-phytogeographical regions // Acta Bot. Fennica. 1984. 127. 50 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Гнатюк Елена Петровна
доцент, к.б.н.
ГОУ ВПО Петрозаводский государственный университет, эколого-биологический факультет, каф. ботаники и физиологии растений
пр. Ленина, д.33 ул. Красноармейская, 31, Петрозаводск, 1895910, Россия
эл. почта: elena@kryshen.net

Gnatyuk, Elena
Department of Botany and Plant Physiology, Faculty of Ecology and Biology, Petrozavodsk State University
33 Lenin Av., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: elena@kryshen.net

Крышень Александр Михайлович
главный научный сотрудник, д.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769601

Kryshen', Alexandr
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769601

Кузнецов Олег Леонидович
зав. лаб. болотных экосистем, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Kuznetsov, Oleg
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 23–28

УДК 581.9 : 502.7 (1-751:1) (470.21)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ПАСВИК» И НА СМЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Кравченко

Институт леса Карельского научного центра РАН

Приводится информация о 7 новых в заповеднике «Пасвик», 13 новых на смежных территориях и 34 редких таксонах сосудистых растений.

Ключевые слова: сосудистые растения, заповедник «Пасвик», Мурманская область.

A. V. Kravchenko. NEW DATA ON THE DISTRIBUTION OF VASCULAR PLANTS IN PASVIK STRICT NATURE RESERVE AND ADJACENT AREAS OF MURMANSK REGION

Data on 7 new to Pasvik Strict Nature Reserve, 16 new to adjacent areas, and 33 rare vascular plant species are presented.

Key words: vascular plants, Pasvik Strict Nature Reserve, Murmansk Region.

Введение

Государственный природный заповедник «Пасвик», расположенный в северо-западной части Мурманской области у границы с Норвегией, организован в 1992 г. на площади 14 727 га. Инвентаризация флоры на территории заповедника была начата в 1993 г., вскоре был опубликован первый аннотированный список видов [Костина, 1995]. Флористические исследования в данном районе продолжаются, в связи с чем регулярно появляется информация о находках новых и редких в заповеднике и на смежных территориях видах сосудистых растений [Костина, 1998; 2003; Канева, 2008, 2009; Канева, Ламзов, 2009; Кравченко, 2009; Кравченко, Сенников, 2009; Филимонова, 2009]. В ходе работ, проведенных здесь в 2009 г., получены дополнительные сведения о флоре северо-западной части Мурманской области: обнаружены виды, новые и для заповедника, и для смежных территорий, а также выявлены новые места произрастания редких видов, к которым нами отнесены виды, известные ранее на рассматриваемой территории не более чем из трех пунктов каждый.

Материалы и методы

Заповедник «Пасвик» и прилегающие к нему территории были обследованы с 27 июля по 6 августа 2009 г. В границах заповедника были посещены о. Варлама, правый берег р. Паз на месте бывших поселений против о. Варлама, берега оз. Хеюхенъярви, юго-восточные склоны г. Калкупя к северо-западу от безымянного озера между оз. Каскамаярви и г. Калкупя, северо-западное побережье оз. Каскамаярви на юго-запад до кута безымянного («Квадратного»)

залива, территория между ИТС и Скугфосской ГЭС, правый берег р. Мениккайоки выше и ниже по течению от бывшего лодочного причала. Вне заповедника были посещены луга по западному берегу оз. Нилиярви, п. Янискоски и окрестности (в том числе бывший п. Янискоски-Верхний), п. Раякоски, полигон захоронения бытовых отходов п. Раякоски, погранзастава «Приречный» (п. Кирпичный Завод).

В ходе работ собрано около 220 образцов растений, которые переданы в гербарий заповедника «Пасвик» (п. Раякоски), дублеты хранятся в гербарии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск (PTZ), кроме того, дублеты некоторых наиболее интересных в фитогеографическом отношении видов переданы также в гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (г. С.-Петербург, LE), Московского университета (MW), Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ, г. Кировск, KPABG), Университета г. Хельсинки (H). Все сборы, кроме отмеченных особо, сделаны автором.

Результаты и обсуждение

Ниже дан аннотированный список новых и редких на рассматриваемой территории видов сосудистых растений. Распространение видов в заповеднике и на смежных территориях приводится на основании упомянутых выше публикаций. Для охраняемых в регионе видов указана категория, принятая в Красной книге Мурманской области (2003).

Виды, новые для заповедника

Paris quadrifolia L. Кут безымянного залива («Квадратный») в западной части оз. Каскамаярви, приручейный травяный березняк, единично, 04. VIII 2009. Вид ранее найден в единственном пункте на смежной с заповедником территории: окрестности п. Янискоски [Канева, 2008]. Новое местонахождение, вероятно, наиболее северное в Мурманской области [Семенова-Тян-Шанская, 1954; Раменская, 1983].

Cypripedium calceolus L. По дороге между ИТС и Глухой плотиной западнее ручья с *Saxifraga aizoides* L. и придорожной скалы, в 10 м к югу от дороги, склон северо-западной экспозиции, средневозрастный сосново-березовый кустарничковый лес с евтрофными понижениями лентовидной формы (с *Rhizomatopteris montana* (Lam.) A. Khokhr., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Salix myrsinites* L., *Pinguicula alpina* L., *Bartsia alpina* L., *Saussurea alpina* L. и т.п.). Три локуса по 15–20 побегов и площадью около 1 м^2 каждый, вблизи этих компактных групп также единичные растения или по 2–3 экз. (всего не менее 20), на общей площади около 5 × 5 м, 30. VII 2009. Таким образом, общая численность популяции – около 70–90 экз.; там же, в 20 м к северу от дороги, березовая окрайка евтрофного болота, около 15 побегов, 31. VII 2009; там же, в 50 м к югу от дороги, южная сосново-березовая окрайка евтрофного болота, из которого вытекает ручей с *Saxifraga aizoides* L., 2 экз., 31. VII 2009. Одни из наиболее северных пунктов произрастания вида в ареале; севернее башмачок собирался вблизи г. Никеля, но в последние десятилетия повторно никем не отмечался и считается здесь, вероятно, вымершим [Красная.., 2003]. Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией 1б.

Betula × *intermedia* Thomas ex Gaud. (*Betula nana* L. × *Betula pubescens* Ehrh. s.l.). Заболоченный каменистый берег с кустарниками в северо-западной части оз. Каскамаярви вблизи истоков протоки из озера, 04. VIII 2009. Приводился для двух пунктов со смежной территории: оз. Кайтаярви [Alm et al., 1997] и п. Янискоски [Канева, Ламзов, 2009]; нами был собран также на болоте, по которому идет тропа между заставой «Приречный» и р. Мениккайоки, 1 экз., 29. VII 2009.

Geranium uralense Kuvajev (*Geranium sylvaticum* L. subsp. *uralense* (Kuvajev) Tzvelev). О. Варлама, луг, несколько экз., 28. VII 2009; по дороге между ИТС и Глухой плотиной, южная окрайка сосново-березового евтрофного болота, из которого вытекает ручей с *Saxifraga aizoides.* 31. VII 2009. Данный таксон со стеблем, до основания опушенным железистыми волосками, часто не отделяют от *G. sylvaticum*. Первое указание для Мурманской области; автор обработки семейства *Geraniaceae* для «Флоры Мурманской области» Н. А. Аврорин [1959] подобный характер опушения для собранных в области растений не указывает.

Elatine orthosperma Dueben. Р. Мениккайоки выше второго по счету ручья от бывшего лодочного причала, глинистое мелководье, в массе на глубине 0–20 см, 29. VII 2009. Первая находка в Мурманской области и наиболее северный известный пункт произрастания вида в Европе [Uotila, 1974].

Polemonium caeruleum L. Луг на правом берегу р. Паз против о. Варлама, не менее 5 экз., 28. VII 2009.

Campanula groenlandica Berlin (*C. rotundifolia* L. subsp. *groenlandica* (Berlin) Á. Löve &. D. Löve). Кустарники и мелколесье на каменистом берегу р. Паз, в 0,3 км ниже Скугфосской ГЭС, 30. VII 2009. Данный таксон часто не отделяют от *C. rotundifolia.*

Виды, новые для смежных территорий

Pinus sibirica Du Tour. П. Янискоски, правый берег р. Паз ниже поселка, обрывистый участок берегового склона, 1 экз. высотой 2 м и возрастом около 20 лет, 05. VIII 2009, А. В. Кравченко, М. А. Фадеева. Данное дерево было обнаружено в 2009 г. О. А. Макаровой и А. М. Хохловым; по мнению О. А. Макаровой (устн. сообщ.), занос произошел в то время, когда в п. Янискоски проживали лесозаготовители.

Carex lapponica O. Lang. Мочажина болота, по которому идет тропа между заставой «Приречный» (Кирпичный Завод) и р. Мениккайоки, в небольшом количестве, 29. VII 2009. Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией 3.

Anisantha tectorum (L.) Nevski. «П. Раякоски, на зеленом газоне у почты, 8. X 2000, О. А. Макарова». Четвертая находка вида в Мурманской области, который ранее приводился для окрестностей ж.-д. станций Апатиты [Гусев, 1973] и Ковда [Нотов, Соколов, 1994] и для г. Кандалакши [Mäkinen, 2002].

Atriplex lapponica Pojark. П. Титовка, на кучах песка около гостиничного комплекса, не менее 10 экз., 06. VIII 2008; п. Раякоски, на клумбе возле офиса заповедника, 1 экз., 28. VII 2009. Данный таксон часто не отделяют от *A. nudicaulis* Bogusl. [Медведева, 1996; Сухоруков, 2003], хотя скандинавские ботаники относят его к «хорошим» видам [Gustaffson et al., 2001]. Вероятно, первое указание о произрастании данного приморского вида как заносного растения в удалении от морских побережий [см.: Пояркова, 1956; Раменская, 1983].

Nuphar lutea (L.) Smith. Вид отмечен на мелководье по западному берегу оз. Нилиярви несколько южнее бывшего поселения. Образец не был собран, не исключено, что представлен гибрид *N. lutea* и *N. pumila* (Timm) DC. (*N.* × *spenneriana* Gaudin).

Aquilegia vulgaris L. П. Раякоски, на отсыпанной щебнем площадке перед офисом заповедника, не менее 7 вегетативных экз., 31. VII 2009; полигон захоронения бытовых отходов п. Раякоски, в южной части, 2 мощных цветущих, плодоносящих экз., 01. VIII 2009. Возможно, первое указание для Мурманской области [см.: Раменская, Андреева, 1982; Раменская, 1983].

Batrachium dichotomum (Schmalh.) Trautv. Западный берег оз. Нилиярви, на глубине около 1 м, 01. VIII 2009.

Delphinium × *cultorum* Voss. П. Янискоски, северная часть (недалеко от ручья с озерком и болотом), около 10 экз. среди высокотравья у фундамента строения, 02. VIII 2009. Первое указание об одичании данного таксона в Мурманской области.

Alchemilla breviloba Juz. П. Янискоски, луговина во дворе бывшей заставы, 02. VIII 2009. Первая находка в Мурманской области [см.: Филимонова, 2007].

Ribes scandicum T. Hedl. П. Янискоски, сырой березняк вблизи ручья с озерком, 2 вегетативных экз., 02. VIII 2009.

Potentilla argentea L. П. Раякоски, на клумбе возле офиса заповедника, 1 экз., 28. VII 2009.

Lotus corniculatus L. s.l. П. Раякоски, придорожная опушка березняка травяно-злакового вблизи офиса заповедника, 1 вегетативный экз., 28. VII 2009.

Pimpinella saxifraga L. Оз. Нилиярви, зарастающий березой луг, около 10 экз., 01. VIII 2009. Представлена опушенная форма, которая иногда рассматривается как самостоятельный вид *P.* × *subnigra* Tzvelev [Цвелёв, 2001] или *P. nigra* Mill. (*P. saxifraga* subsp. *nigra* (Mill.) Gaud.: Цвелёв, 2004). Скандинавские ботаники, однако, считают, что опушенная и голая формы отличаются временем заноса: опушенная форма занесена в регион давно, голая – в более позднее время [Ahti, Hämet-Ahti, 1971]. По устному сообщению M. Piirainen, на рассматриваемой территории вид был собран ранее, в 1998 г., в п. Янискоски-Верхний, но эта информация не была опубликована.

Редкие виды

Athyrium filix-femina (L.) Roth. Осинник травяно-папоротниковый в 1 км ниже Скугфосской ГЭС, 30. VII 2009. Приводился для двух точек: южный склон г. Калкупя и окрестности кордона Хеюхенъярви [Костина, 2003].

Cystopteris fragilis (L.) Bernh. Северо-западный берег оз. Каскамаярви, в расщелинах отвесных скал, 04. VIII 2009. Приводился только для окрестностей плотины Скугфосс [Канева, Ламзов, 2009]. Для северо-западного берега оз. Каскамаярви указывался *C. dickieana* R. Sim [Костина, 2003], так что желательно проверить собранные ранее в данном пункте образцы.

Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs. О. Варлама, производный сосново-березовый хвощово-вейниково-сфагновый лес вблизи домика Сконнинга, 1экз., 28. VII 2009. Указан для единственного пункта в окрестностях Скугфосской ГЭС [Канева, 2008].

Isoëtes echinospora Durieu (*I. setacea* auct. non Lam.). Мелководье на северном берегу залива в западной части оз. Каскамаярви, 04. VIII 2009. Приводился для трех пунктов: Йорданфосс, Гъекбухта и правый берег р. Паз ниже

Скугфосской ГЭС [Костина, 2003; Кравченко, 2009]. Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией 3.

Potamogeton filiformis Pers. Между линией ИТС и Глухой плотиной, безымянное озеро, на торфянистом дне, единично, 31. VII 2009. Вид указан только для оз. Хеюхенъярви [Костина, 2003]; в гербарии заповедника есть также образец: «р. Мениккайоки, 1-е озеро от Глухой плотины, 04. VIII 2005, Н. Р. Канева». Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией 3.

Potamogeton × *sparganiifolius* Laest. ex Fries (*P. gramineus* L. × *P. natans* L.). Оз. Хеюхенъярви, около 53 погранзнака, в выбросах на берегу, 05. VIII 2009. Ранее приводился только для о. Варлама [Канева, Ламзов, 2009; Кравченко, 2009].

Poa alpina L. Правый берег канала ниже Янискосской ГЭС, на мелкощебнистом нарушенном грунте, десятки экз., 28. VII 2009. Ранее собирался лишь в п. Раякоски [Mäkinen, 2002].

Poa angustifolia L. Данный вид, который указывался только для г. Калкупя [Костина, 2003] и п. Раякоски [Кравченко, 2009], на самом деле является обычным, а иногда и массовым видом в приречных березняках, производных лесах вблизи поселений, на пустырях, лугах, у построек в поселениях.

Poa compressa L. П. Янискоски, пустырь во дворе бывшей заставы, 02. VIII 2009. Отмечен в двух пунктах: Кирпичный Завод [Костина, 1998] и п. Раякоски [Кравченко, 2009].

Poa humilis Ehrh. (*P. subcaerulea* Smith). П. Янискоски, сухой низкотравный лужок по краю дороги у построек, десятки экз., 05. VIII 2009. Приводился для единственного пункта: п. Раякоски [Mäkinen, 2002].

Poa trivialis L. Оз. Нилиярви, луг вблизи родника (колодца) и в березняке по ручью из родника, оба сбора 01. VIII 2009; п. Раякоски, на клумбе возле офиса заповедника, 2 экз., 28. VII 2009. Собран в трех пунктах: окрестности Скугфосса, р. Мениккайоки и оз. Сальмиярви [Костина, 2003].

Puccinellia distans (Jacq.) Parl. Застава «Приречный», площадка вблизи склада каменного угля, десятки экз., 29. VII 2009. Приводился для одного пункта: между оз. Сальмиярви и оз. Куэтсъярв [Костина, 1998].

Elymus caninus (L.) L. Кут залива («Квадратный») в западной части оз. Каскамаярви, приручейный травяный березняк, в массе, 04. VIII 2009. Указывался для двух пунктов: о. Варлама [Костина, 2003] и п. Раякоски [Кравченко, 2009].

Eleocharis acicularis (L.) Roem.& Schult. Р. Мениккайоки выше второго по счету ручья от бывшего лодочного причала, глинистое мелководье, в массе, 29. VII 2009; вид отмечен также в небольшом количестве на мелководье залива («Квадратный») в западной части оз. Каскамаярви. Приводился только для оз. Хеюхенъярви [Костина, 2003].

Carex norvegica Retz. Правый берег канала ниже Янискосской ГЭС, на мелкощебнистом грунте у уреза воды, несколько экз., 28. VII 2009; северный берег залива («Квадратный») в западной части оз. Каскамаярви, каменистое ложе ручья ключевого питания, 04. VIII 2009. Вид был известен только с берега протоки из оз. Каскамаярви [Кравченко, Сенников, 2009].

Salix lanata L. Правый берег р. Паз выше Янискосской ГЭС, 1 экз., 28. VII 2009; мелколесье вдоль линии ИТС вблизи заставы «Приречный», 1 экз., 29. VII 2009; между линией ИТС и Глухой плотиной, безымянное озеро, из которого вытекает ручей с мостом, заболоченный берег в истоках ручья, 1 экз., 31. VII 2009. Приводился для единственного пункта: ниже Хевоскосской ГЭС [Костина, 2003].

Thalictrum alpinum L. П. Янискоски, около 1,5 км к северо-востоку, по ручью с евтрофными берегами, текущему среди олиготрофных кустарничковых сосняков («на «Дозорке»), 31. VII 2009, О. А. Макарова; там же, 02. VIII 2009, А. В. Кравченко, О. А. Макарова, М. А. Фадеева. Отмечен в двух пунктах: оз. Лангватн [Канева, 2008, 2009; Кравченко, 2009] и р. Мениккайоки [Кравченко, 2009].

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. П. Раякоски, на клумбе возле офиса заповедника, 5 экз., 28. VII 2009. Вид указывался только для п. Янискоски [Канева, 2008].

Erysimum altum Ahti (*E. cheiranthoides* L. subsp. *altum* (Ahti) Tzvelev). П. Раякоски, полигон захоронения бытовых отходов п. Раякоски, 2 экз., 01. VIII 2009. Приводился для единственного пункта: оз. Хеюхенъярви [Alm et. al., 1997].

Alchemilla propinqua H. Lindb. ex Juz. Оз. Нилиярви, луг, 01. VIII 2009; п. Янискоски-Верхний, южная часть, луг, 02. VIII 2009. В статье, посвященной находкам двух новых для Норвегии видов рода [Piirainen, Alm, 2001], приводится карта распространения нескольких редких видов на крайнем северо-востоке Норвегии и северо-западе Мурманской области, в том числе для рассматриваемой нами территории отмечены два места сбора *A. propinqua*; по устному сообщению M. Piirainen, растения были собраны в 1996 г. в тех же самых пунктах, что и нами (подробная информация о находках опубликована не была). Ранее данный вид был известен в области в целом из трех точек [Филимонова, 2007].

Trifolium medium L. П. Янискоски-Верхний, небольшой клон в центральной части брошенного поселка, 02. VIII 2009. Указывался для трех пунктов: п. Янискоски, ферма между поселками Раякоски и Янискоски [Костина, 2003] и п. Раякоски [Mäkinen, 2002; Кравченко, 2009].

Astragalus frigidus (L.) A. Gray. Кут залива («Квадратный») в западной части оз. Каскамаярви, приручейный травяный березняк, десятки экз., 04. VIII 2009. Отмечен в трех пунктах: оз. Сальмиярви, оз. Пороярви и г. Калкупя [Костина, 2003].

Astragalus subpolaris Boriss. & Schischk. П. Янискоски, правый берег р. Паз выше плотины ГЭС, на нарушенном грунте возле трансформаторной будки, несколько экз., 28. VII 2009. Приводился для п. Раякоски [Mäkinen, 2002], п. Кайтакоски, для обочин дороги между оз. Кайтаярви и п. Кайтакоски [Костина, 2003].

Geranium pratense L. Луг на правом берегу р. Паз против о. Варлама, несколько экз., 28. VII 2009. Указывался для нескольких пунктов со смежной территории [Mäkinen, 2002; Костина, 2003] и для о. Варлама [Кравченко, 2009], где, однако, единственный виденный в 2008 г. экз. собран не был, а в 2009 г. он повторно не обнаружен.

Hypericum maculatum Crantz. Оз. Нилиярви, травяно-злаковый березняк вблизи колодца, несколько вегетативных экз., 01. VIII 2009. Отмечен в двух пунктах: по тропе от погранзаставы к о. Варлама [Костина, 1998] и по тропе к Хевоскосской ГЭС, в 1 км к югу от о. Варлама [Кравченко, 2009].

Epilobium hornemannii Reichenb. П. Янискоски, около 1 км к северо-востоку, по ручью из родника, десятки экз., 02 .VIII 2009. Указывался для двух пунктов: оз. Нилиярви и г. Калкупя [Alm et al., 1997; Костина, 2003].

Aegopodium podagraria L. П. Раякоски, на клумбе возле офиса заповедника, несколько вегетативных экз., 28. VII 2009. Указывался только для п. Янискоски [Костина, 1998].

Oxycoccus palustris Pers. Переходное болото на правом берегу р. Паз против о. Варлама, 28. VII 2009. Указывался для трех пунктов: оз. Воуватусъярви, подножья г. Калкупя [Костина, 2003] и берега безымянного озера по дороге на Скугфосскую ГЭС [Кравченко, 2009].

Myosotis decumbens Host. Р. Мениккайоки, по первому ручью выше по течению от бывшего лодочного причала, березняк травянистый, десятки экз., 29. VII 2009; оз. Нилиярви, опушка березняка травяно-злакового вблизи колодца, 01. VIII 2009. Отмечен в двух пунктах: оз. Сальмиярви и г. Калкупя [Костина, 2003]. Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией «бионадзор».

Limosella aquatica L. Р. Мениккайоки выше по течению от второго по счету ручья от бывшего лодочного причала, глинистое мелководье, единично на глубине 0–20 см, несколько экз., 29. VII 2009. Указывался для двух пунктов: окрестности Йорданфосс и Ноутан [Костина, 2003]. Вид внесен в Красную книгу Мурманской области с категорией «бионадзор».

Utricularia vulgaris L. Вид отмечен в р. Мениккайоки выше второго по счету ручья вверх по течению от бывшего лодочного причала. Указывался для трех пунктов: окрестности Гъекбухты, оз. Хеюхенъярви [Костина, 2003] и протока р. Паз между коренным берегом и о. Варлама [Кравченко, 2009].

Plantago media L. Луговина в истоках ручья из оз. Пороярви, 29. VII 2009, М. А. Фадеева. Отмечен в двух пунктах: оз. Нилиярви [Костина, 2003] и бывшая погранзастава вблизи начала тропы на о. Варлама [Кравченко, 2009].

Tussilago farfara L. Между ИТС и Глухой плотиной, старая лесная дорога у подножия отвесных скал севернее евтрофного болота, из которого вытекает ручей с *Saxifraga aizoides*, десятки экз., 31. VII 2009. Указывался для двух пунктов: Глухая плотина [Костина, 2003] и п. Кирпичный Завод [Кравченко, 2009].

Senecio vulgaris L. Полигон захоронения бытовых отходов п. Раякоски, десятки экз. в разных местах, 01. VIII 2009. Указывался для п. Раякоски [Mäkinen, 2002], фермы и п. Янискоски [Костина, 1998, 2003].

Исследования проводились при финансовой поддержке заповедника «Пасвик». Особая благодарность выражается сотрудникам заповедника О. А. Макаровой и Н. В. Поликарповой, оказывавшим всестороннюю помощь и содействие на всех этапах работ. Автор выражает искреннюю признательность А. А. Боброву (ИБВВ РАН), проверившему сборы, относящиеся к роду Batrachium, В. А. Костиной (ПАБСИ Кольского НЦ РАН) за ценные комментарии, О. А. Макаровой и М. А. Фадеевой (Институт леса КарНЦ РАН), собравшим некоторые указанные выше образцы.

Литература

Аврорин Н. А. Сем. Гераниевые – *Geraniaceae* St.-Hil. // Флора Мурманской области. М.; Л.: Наука, 1959. Вып. IV. С. 166–172.

Гусев Ю. Д. Дополнения к адвентивной флоре северо-западных областей европейской России // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 6. С. 904–909.

Канева Н. Р. Флористические находки в заповеднике Пасвик (Мурманская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2008. Т. 113, вып. 3. С. 63.

Канева Н. Р. Новые виды и новые места обитания видов // Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн. 12 (2005). Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2009. С. 50–52.

Канева Н. Р., Ламзов Д. С. Новые виды и новые места обитания видов // Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн. 11 (2004). Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2009. С. 83–88.

Костина В. А. Флора заповедника «Пасвик». Сосудистые растения. Апатиты: Кольский НЦ РАН, 1995. 52 с.

Костина В. А. Дополнения к флоре сосудистых растений государственного заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Ботан. журн. 1998. Т. 83, № 6. С. 127–132.

Костина В. А. Сосудистые растения заповедника «Пасвик» (Аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. М.: Комиссия РАН по сохранению биоразнообразия (секция заповедного дела); ИПЭЭ им. А. Н. Северцова РАН, 2003. Вып. 103. 44 с.

Кравченко А. В. Дополнения и уточнения к флоре сосудистых растений заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Тр. КарНЦ РАН. № 2. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 82–86.

Кравченко А. В., Сенников А. Н. Дополнения к флоре заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2009. Т. 114, вып. 6. С. 57–59.

Красная книга Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 2003. 400 с.

Медведева Н. А. Род Лебеда – *Atriplex* L. // Флора Восточной Европы. СПб: Мир и семья, 1996. Т. 9. С. 44–54.

Нотов А. А., Соколов Д. Д. Новые и редкие виды флоры Мурманской области и Карелии // Ботан. журн. 1994. Т. 79, № 11. С. 92–95.

Пояркова А. И. А[*triplex*] *lapponica* Pojark. – Л[ебеда] лапландская // Флора Мурманской области. М.; Л.: Наука, 1956. Вып. III. С. 184–186, 365–366.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.

Раменская М. Л., Андреева В. Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1982. 435 с.

Семенова-Тян-Шанская Н. З. Сем. Лилейные – *Liliaceae* Hall. // Флора Мурманской области. М.; Л.: Наука, 1954. Вып. II. С. 198–214.

Соколов Д. Д. Новые и редкие виды для флоры Мурманской области и Карелии // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1994. Т. 99, вып. 1. С. 96–100.

Сухоруков А. П. Распространение видов рода *Atriplex* L. – Лебеда (*Chenopodiaceae*) в России и сопредельных государствах (в пределах бывшего СССР) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2003. Т. 108, вып. 1. С. 38–50.

Филимонова Т. В. Анализ видов рода *Alchemilla* L. Мурманской области: систематика, география, экология: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб, 2007. 16 с.

Филимонова Т. В. Виды рода *Alchemilla* L. на территории заповедника Пасвик // Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн. 12 (2005). Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2009. С. 52–54.

Цвелёв Н. Н. О роде *Pimpinella* L. (*Apiaceae*) в Восточной Европе // Новости систематики высших растений. СПб: СПГХФА, 2001. Т. 33. С. 190–200.

Цвелёв Н. Н. Род Бедренец – *Pimpinella* L. // Флора Восточной Европы. М.; СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2004. Т. 11. С. 357–362.

Ahti T., Hämet-Ahti L. Hemerophilous flora of the Kuusamo district, northeast Finland, and the adjacent part of Karelia, and its origin // Ann. Bot. Fennici. 1971. Vol. 8. P. 1–91.

Alm T., Alsos I. G., Kostina V. A. et al. Cultural landscapes of some former Finnish sites in the Paaz/Pasvik/Paatsjoki area of Pechenga, Russia // Tromura, naturvitenskap. N 82. Tromsø, 1997. 49 p.

Gustaffson M., Jonsell L., Uotila P., Karlsson T. Atriplex L. // Flora Nordica. Stockholm, 2001. Vol. 2. *Chenopodiaceae* to *Fumariaceae*. P. 32–47.

Mäkinen Y. Floristic observations in western Kola Peninsula, NW Russia // Kevo Notes. 2002. Vol. 12. 33 p.

Piirainen M., Alm T. Syvhornmarikåpe *Alchemilla heptagona* Juz. og månemarikåpe *A. semilunaris* Alechin i Sør-Varanger, Finnmark – to nye arten for Norge // Blyttia. 2001. Vol. 59, N 3. S. 152–161.

Uotila P. Elatine hydropiper L. aggr. in Northern Europe // Memor. Soc. Fauna Flora Fennica. 1974. Vol. 50. P. 113–123.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Кравченко Алексей Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alex.kravchen@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Kravchenko, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alex.kravchen@mail.ru
tel.: (8142) 768160

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 29–34

УДК 582.282+582.284.237 (1-751.2)(470.21)

АФИЛЛОФОРОВЫЕ И ФИТОПАТОГЕННЫЕ МАКРО- И МИКРОМИЦЕТЫ ЛЕСОВ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. В. Руоколайнен[1], В. И. Крутов[1], Ю. Р. Химич[2]

[1]Институт леса Карельского научного центра РАН
[2]Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН

В статье приводятся сведения о распространении видов дереворазрушающих и фитопатогенных грибов на территории заповедника «Пасвик».

Ключевые слова: афиллофоровые и фитопатогенные грибы, индикаторные виды, заповедник «Пасвик».

A. V. Ruokolainen, V. I. Krutov, Yu. R. Khimich. APHYLLOPHORACEOUS AND PHYTOPATHOGENIC MACRO- AND MICROFUNGI IN FORESTS OF PASVIK STRICT NATURE RESERVE (MURMANSK REGION)

Data on the distribution of wood-inhabiting and phytopathogenic micro- and marcofungi in Pasvik Strict Nature Reserve are presented.

Key words: aphyllophoraceous and phytopathogenic fungi, indicator species, Pasvik Strict Nature Reserve.

Введение

Государственный природный заповедник «Пасвик» расположен в северо-западной части Мурманской области на границе с Норвегией и Финляндией. Он был организован в 1992 г. с целью сохранения и изучения сосновых лесов на пределе своего северного распространения в Европе, обширных водно-болотных угодий с богатой орнитофауной, и комплексного мониторинга северных экосистем. Сосняки (*Pinus sylvestris* ssp. *sylvestris* L.) занимают около 90 % территории заповедника, березняки (*Betula pubescens* Ehrh.) – 10 %, насаждения с преобладанием в составе осины произрастают на площади всего 4,5 га. Редкой породой для заповедника является ель сибирская (*Picea obovata* Led.), в настоящее время здесь обнаружены три куртины численностью до 20 деревьев, которые считаются самыми северными местами ее естественного произрастания в Европе [Отчет по лесоустройству.., 2007].

Сведения о нахождении на территории заповедника представителей группы афиллофоровых грибов имеются в летописи природы заповедника «Пасвик» [1999]. В ней отмечены 8 видов: *Coltricia perennis, Fomes fomentarius, Fomitopsis pinicola, Hydnellum caeruleum, Inonotus obliquus, Piptoporus betulinus, Stereum hirsutum, Calocera viscosa*. Местонахождение редкого для Мурманской области вида *Cantharellus cibarius* на территории заповедника известно из Красной книги [2003].

Материалы и методы

Исследования на территории заповедника и его окрестностей проводились с 29 июля по 5 августа 2008 г. А. В. Руоколайнен, с 27 июля по 6 августа 2009 г. В. И. Крутовым и в сентябре 2009 г. Ю. Р. Химич на ключевых участках маршрутным методом. Район работ охватывал южную, центральную и северную части заповедника и некоторые прилежащие территории (окрестности оз. Нилиярви и г. Кораблекк). Образцы переданы в гербарий заповедника «Пасвик» (п. Раякоски), некоторые дублеты хранятся в гербариях Института леса КарНЦ РАН (Петрозаводск, PTZ) и Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН (Апатиты, INEP).

Результаты и обсуждение

При исследованиях в заповеднике «Пасвик» выявлены 92 вида дереворазрушающих и фитопатогенных микро- и макромицетов, относящихся к 60 родам, 40 семействам, 25 порядкам сумчатых и базидиальных грибов по системе, представленной в сводке Nordic macromycetes [1997] с небольшими изменениями.

Максимальное количество видов зарегистрировано на основных лесообразующих породах: сосне – 43, березе – 24, иве – 15, на остальных породах меньше: ели – 8, осине – 4 вида и на почве – 5 видов. Из них наиболее представлены афиллофороидные базидиомицеты (61 вид), большинство которых – сапротрофы, заселяющие и разрушающие мертвую древесину сухостойных и валежных деревьев. Только 6 видов известны как возбудители стволовых гнилей на живых и отмирающих деревьях: настоящий трутовик (*Fomes fomentarius*) – на березе, окаймленный трутовик (*Fomitopsis pinicola*) и сосновая губка (*Phellinus pini*) – на сосне, еловая губка (*Ph. chrysoloma*) – на ели, ложный трутовик (*Ph. igniarius*) – на иве и березе и ложный осиновый трутовик (*Ph. tremulae*) – на осине. Из пяти видов сумчатых грибов два – возбудители болезней хвои сосны типа «шютте»: снежного (*Phacidium infestans*) и серого (*Lophodermella sulcigena*). *Taphrina betulina* вызывает образование «ведьминых метел» на березе пушистой, а *Venturia tremulae* – возбудитель парши (почернения) листьев и молодых побегов осины. Дальдиния концентрическая (*Daldinia concentrica*) часто заселяет стволы березы, поврежденной огнем, поэтому и зарегистрирована на усохших деревьях на гарях 1992 и 2005 г. Все представители порядка ржавчинных (*Uredinales*) – возбудители болезней: *Melampsoridium betulinum* – ржавчины листьев березы, *Melampsora sp.* – листьев ивы, *Peridermium pini* – рака-серянки сосны. Единственный представитель порядка *Agaricales* – опенок северный (*Armillaria borealis*) – был найден (в виде мицелия) на одном из усохших деревьев в березняке.

Среди афиллофоровых грибов выявлены 13 индикаторных видов, из них 10 видов – индикаторы старых сосновых и еловых лесов и 3 – девственных сосновых лесов (по: Kotiranta, Niemelä, 1996). К первым относятся виды, встречающиеся в хвойных древостоях, не подвергавшихся рубкам (не считая выборочных) в течение многих десятилетий и не пройденных сплошными рубками современного типа. Они характерны для заключительной фазы лесной сукцессии, когда древостой считается старым и имеет большое количество естественного валежа. К индикаторам старых лесов относятся: *Chaetoderma luna, Fomitopsis rosea, Gloeoporus taxicola, Phellinus chrysoloma, Ph. ferrugineofuscus, Ph. lundellii, Ph. pini, Ph. viticola, Postia lateritia, P. placenta.* Под индикаторами девственных лесов понимаются дереворазрушающие грибы, растущие почти исключительно в самых старых хвойных лесах. Их популяции не сохраняются в насаждениях, нарушенных лесозаготовками или иной хозяйственной деятельностью. Некоторые виды из этой группы встречаются только на замшелом разложившемся валежнике, на лежащих сухих и очень толстых стволах. В заповеднике встречены: *Antrodia albobrunnea, Gloeophyllum protractum* и *Postia hibernica*.

Согласно индикационной шкале, предложенной финскими микологами (Kotiranta, Niemelä, 1996), сумма баллов 16, полученная от оценки выявленных здесь индикаторных видов, свидетельствует о ценности лесов заповедника как малонарушенных экосистем в уникальных природных условиях Севера. Местообитания индикаторных и краснокнижных видов требуют особого режима охраны.

Далее приводится аннотированный список видов, в котором таксоны расположены в алфавитном порядке. При указании мест сбора образцов приняты следующие сокращения: В – о. Варлама и его окрестности, Гп – Глухая плотина (окрестности Скугфосской ГЭС), окрестности оз. Боссояврре, р. Мениккайоки, Ка – окрестности г. Калкупя, Кк – окрестности г. Кораблекк, побережье оз. Нилиярви, КБ – пойма ручья, вытекающего из Каскамаярви в Боссояврре, Сг – сосняки, пройденные пожаром в 1992 и 2005 г. (около дороги г. Никель – п. Раякоски), Хе – побережье оз. Хеюхенъярви. Для некоторых видов в квадратных скобках приводятся наиболее часто употребляемые синонимы.

Amylocorticium cebennense (Bourdot) Pouzar – Сг: на валежных стволах сосны в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 527.

Antrodia albobrunnea (Romell) Ryvarden – Ка: на валежных стволах сосны в сосняках брусничных и вороничных, нередко, PTZ 1336.

A. serialis (Fr.) Donk – КБ, Сг: на валежных стволах сосны в различных типах леса, в сосняках, пройденных пожаром, часто, INEP 519, 520.

A. sinuosa (Fr.) P. Karst. – Гп, Ка, КБ: на валежных стволах и бревнах сосны в различных типах леса, часто, INEP 521.

A. xantha (Fr.: Fr.) Ryvarden [= *Amyloporia xantha* (Fr.: Fr.) Bondartsev et Singer] – В, Гп, Ка, КБ, Сг: на валежных стволах сосны и бревнах в сосняках брусничных и вороничных, в сосняке, пройденном пожаром, часто, PTZ 1279, INEP 534.

Armillaria borealis Marxm. et Korhonen – Гп: на отмерших и отмирающих деревьях березы в березняке хвощово-разнотравном, нередко.

Athelia epiphylla Pers. – Ка: на валежном стволе ели в сосняке зеленомошно-вороничном, единичная находка, PTZ 1572.

Basidioradulum radula (Fr.: Fr.) Nobles – В: на сухостойном стволе березы в березняке разнотравном, INEP 806, собр. Л.Г. Исаева.

Botryobasidium botryosum (Bres.) J. Erikss. – Сг: на буреломных соснах в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 560.

B. subcoronatum (Höhn. et Litsch.) Donk – Ка, Сг: на ветровальных и валежных стволах ели и сосны в куртине елей в пойме ручья, в сосняке, пройденном пожаром, нередко, INEP 563.

Calocera cornea (Batsch: Fr.) Fr. – Кк: на валежных стволах сосны без коры в сосняке брусничном, редко.

Cantharellus cibarius Fr. – Гп: на почве в сосняке бруснично-вороничном, редко.

Ceriporiopsis resinascens (Romell) Domański – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1335.

Cerrena unicolor (Bull.: Fr) Murrill – В, Гп, Ка, КБ, Хе: на сухостойных и валежных стволах и пнях березы и осины в различных типах леса, часто.

Chaetoderma luna (Romell ex D. P. Rogers et H. S. Jacks.) Parmasto – В, Ка: на валежных сучьях и стволах сосны, бревнах настила в сосняках лишайниковых и бруснично-вороничных, нередко, PTZ 1277.

Clavulina cinerea (Bull.: Fr.) Schröt. – Гп: на песчаной почве в сосняке, редко, собр. О.А. Макарова.

C. coralloides (L.: Fr.) J. Schröt. [= *C. cristata* (Holmsk.: Fr.) Schröt.] – В: на почве в смешанном лесу, редко, PTZ 1570.

Coltricia perennis (L.: Fr.) Murrill – Гп, Кк: на песчаной почве на лесных дорогах и тропах в сосняках лишайниковых и брусничных, часто, PTZ 1237.

Coniophora arida (Fr.) P. Karst. – В, КБ: на сосновых бревнах и досках в сосняках брусничновороничных, часто.

C. olivacea (Fr.: Fr.) P. Karst. – Ка, КБ: на валежном стволе ели в куртине елей у ручья, валежных стволах сосны и бревнах в сосняках бруснично-вороничных и березняке разнотравном, нередко, INEP 525.

C. puteana (Schumach.: Fr.) P. Karst. – Сг: на обгоревших ветровальных соснах в сосняке, пройденном пожаром, INEP 526.

Corticium boreoroseum Boidin et Lanquetin – Гп: на ветвях валежных сосен в смешанном сосново-березовом лесу, редко, INEP 562.

Cylindrobasidium evolvens (Fr.) Jülich – В: на сухих ветвях ивы в березняке разнотравном, нередко, PTZ 1280.

Dacryobolus karstenii (Bres.) Oberw. ex Parmasto – Ка: на валежном стволе сосны в сосняке скальном брусничном, редко.

Daedaleopsis confragosa (Bolton: Fr.) Schroet. – В: на сухостойном стволе березы в березняке разнотравном, редко, INEP 809, собр. Л.Г. Исаева.

D. septentrionalis (P. Karst.) Niemelä – В: на сухостойных стволах березы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1232.

Daldinia concentrica (Bolton: Fr.) Ces.– et De Not. – Сг: на сухостойных стволах березы на гарях, нередко.

Datronia mollis (Sommerf.: Fr.) Donk – Ка: на пнях осины в осиннике, редко, INEP 523.

Gloeoporus dichrous (Fr.: Fr.) Bres. – В: на пне березы в березняке разнотравном, редко, INEP 804, собр. Л.Г. Исаева.

Exidia glandulosa (Bull.: Fr.) Fr. – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, нечасто.

Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr. – В, Гп, Ка, Кк, КБ, Сг: на сухостойных и валежных стволах березы в различных типах леса, в сосняке, пройденном пожаром, часто.

Fomitopsis pinicola (Sw.: Fr.) P. Karst. – Ка, Сг: на валежных стволах сосны в сосняке бруснично-вороничном, в сосняке, пройденном пожаром, нередко.

F. rosea (Alb. et Schwein.: Fr.) P. Karst. – Гп: на валежном стволе сосны в сосняке брусничном, редко.

Gloeocystidiellum luridum (Bres.) Boidin – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, редко.

Gloeophyllum protractum Imazeki – КБ, Сг: на старых сосновых бревнах столбов и разрушен-

ной башни, в сосняке, пройденном пожаром, редко, PTZ 1238.

G. sepiarium (Wulfen: Fr.) P. Karst. – Ка, Сг: на валежных стволах сосны в сосняке брусничном и пройденном пожаром, часто, PTZ 1241.

Gloeoporus taxicola (Pers.: Fr.) Gilb. et Ryvarden [= *Meruliopsis taxicola* (Pers.: Fr.) Bondartsev] – Ка: на валежном стволе ели в куртине елей в пойме ручья, единичная находка, PTZ 1230.

Hapalopilus rutilans (Pers.: Fr.) P. Karst. – В: на ветви сухостойной березы в березняке разнотравном, редко, INEP 803, собр. Л.Г. Исаева.

Hyphoderma setigerum (Fr.) Donk – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, нередко.

Hyphodontia floccosa (Bourdot et Galzin) J. Erikss. – Ка, КБ: на валежных стволах сосны в сосняке скальном брусничном и лишайниковом, нередко, PTZ 1292, PTZ 1332.

H. pallidula (Bres.) J. Erikss. – Гп: на комле ивы на побережье в смешанном лесу, редко.

H. subalutacea (P. Karst.) J. Erikss. – Гп: на валежном стволе сосны в сосняке брусничном на побережье р. Мениккайоки, редко.

Hypochnicium bombycinum (Sommerf.: Fr.) J. Erikss. – В: на сухостойных стволах березы и ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1569.

Inonotus obliquus (Pers.: Fr.) Pilát – В, Гп, КБ: на живых и отмирающих стволах березы в различных типах леса, нередко.

Ischnoderma benzoinum (Wahlenb.: Fr.) P. Karst. – Ка: на валежном стволе ели в куртине ели в сосняке зеленомошно-вороничном, единичная находка, PTZ 1233.

Leucogyrophana romellii (Fr.) Ginns – Гп: на валежной древесине сосны в смешанном сосново-березовом лесу, редко, INEP 547.

Lophodermella sulcigena (Link.) Höhn. [= *Hyphodermella sulcigena* Tub.] – Гп: на хвое крупного подроста сосны в сосняке бруснично-вороничном, нередко.

Melampsora sp. – Гп: на листьях ивы вдоль дороги, часто.

Melampsoridium betulinum (Fr.) Kleb. – В: на листьях березы, часто.

Oxyporus corticola (Fr.) Ryvarden [= *Rigidoporus corticola* (Fr.) Pouzar] – В: на сухостойных и валежных стволах и ветвях ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1276.

O. populinus (Schumach.: Fr.) Donk [= *Rigidoporus populinus* (Schumach.: Fr.) Pouzar] – КБ: на пне лиственного дерева (березы ?) в березняке разнотравном, редко.

Peniophora cinerea (Pers.: Fr.) Cooke – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1337.

P. pithya (Pers.) J. Erikss. – Сг: на коре буреломных сосен в сосняке, пройденном пожаром, INEP 551.

Peridermium pini Kleb. – Кк, Гп: на старых деревьях сосны в сосняках бруснично-вороничных, редко.

Phacidium infestans P. Karst. – Гп: на хвое подроста сосны в сосняке бруснично-вороничном, часто.

Phanerochaete calotricha (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden – В: на валежных ветвях ивы в смешанном лесу, редко, PTZ 1333.

Ph. sanguinea (Fr.) Pouzar – Гп: на буреломных и валежных стволах сосны в смешанном сосново-березовом лесу, INEP 559.

Ph. sordida (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden – В, Сг: на валежных стволах и ветвях березы и ивы в березняке разнотравном и сосняке, пройденном пожаром, редко, PTZ 1278, INEP 566.

Phellinus chrysoloma (Fr.) Donk [= *Porodaedalea chrysoloma* (Pers.: Fr.) Fiasson et Niemelä] – Ка: на валежном стволе ели в куртине ели, единичная находка, PTZ 1234.

Ph. ferrugineofuscus (P. Karst.) Bourdot [= *Phellinidium ferrugineofuscum* (P. Karst.) Fiasson et Niemelä] – Сг: на валежном стволе сосны в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 516.

Ph. igniarius (L.: Fr.) Quél. – В, Ка: на живых, сухостойных и валежных стволах березы в различных типах леса, нередко.

Ph. laevigatus (P. Karst.) Bourdot et Galzin – В, Гп: на валежных стволах березы в сосняках брусничных, нередко, PTZ 1287.

Ph. lundellii Niemelä – В: на усыхающих стволах березы в березняке разнотравном, редко.

Ph. pini (Brot.: Fr.) A. Ames [= *Porodaedalea pini* (Brot.: Fr.) Murrill] – Кк, Гп: на старых живых и буреломных стволах сосны в сосняках брусничных и вороничных, редко, INEP 515.

Ph. tremulae (Bondartsev) Bondartsev et Borissov – Ка: на стволах живых осин в осинниках разнотравных, редко.

Ph. viticola (Schwein.: Fr.) Dohk [= *Fuscoporia viticola* (Schwein.: Fr.) Murrill] – Кк: на валежных стволах сосны в сосняке брусничном, редко.

Phlebiella sulphurea (Pers.: Fr.) Ginns et Lefebvre [= *Trechispora vaga* (Fr.) Liberta] – Гп: на валежных стволах березы и сосны, нередко, INEP 545, 546.

Phlebiopsis gigantea (Fr.: Fr.) Jülich – Сг: на валежном стволе сосны в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 561.

Piloderma fallax (Liberta) Stalpers [= *Piloderma bicolor* (Peck) Jülich, *P. croceum* J. Erikss. et Ryvarden] – КБ: на сосновых бревнах старой башни, нередко.

Piptoporus betulinus (Bull.: Fr.) P. Karst. – В, Ка, Кк, КБ, Сг: на сухостойных и валежных стволах и ветвях березы в различных типах леса, в сосняке, пройденном пожаром, часто.

Polyporus varius Fr. [= *Polyporus leptocephalus* Fr.] – Кк: на валежном стволе ивы в сосняке брусничном на побережье оз. Нилиярви, единичная находка.

Postia caesia (Schrad.: Fr.) P. Karst. [= *Oligoporus caesius* (Schrad.: Fr.) Gilb. et Ryvarden] – Сг: на валежном стволе сосны в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 517, 518.

P. hibernica (Berk. et Broome) Jülich [= *Oligoporus hibernicus* (Berk. et Broome) Gilb. et Ryvarden] – Ка: на валежном стволе ели в куртине елей у ручья, единичная находка.

P. lateritia Renvall [= *Oligoporus lateritius* (Renvall.) Ryvarden et Gilb.] – Гп: на валежном стволе сосны в сосняке брусничном с багульником, редко, PTZ 1290, INEP 531.

P. placenta (Fr.) M.J. Larsen et Lombard [= *Oligoporus placentus* (Fr.) Gilb. et Ryvarden, *Rhodonia placenta* (Fr.) Niemelä, K. H. Larss. et Schigel] – Гп: на валежном стволе сосны в сосняке брусничном на побережье р. Мениккайоки, единичная находка, PTZ 1239.

Resinicium bicolor (Alb. et Schwein.: Fr.) Parmasto – Ка: на валежных стволах сосны в сосняке брусничном, нередко.

R. furfuraceum (Bres.) Parmasto – Ка: на валежных стволах сосны в сосняке брусничном, нередко.

Skeletocutis biguttulata (Romell) Niemelä – В: на сосновых досках настила на тропе в сосняке брусничном, единичная находка, PTZ 1571.

Stereum hirsutum (Willd.: Fr.) Gray – Сг: на сухостойных стволах березы в сосняке, пройденном пожаром, редко.

Taphrina betulina Rostr. – Гп: на стволах березы в березняке хвощово-разнотравном, редко.

Thelephora terrestris Ehrh.: Fr. – Ка, Гп: на песчаной почве у дорог и троп, часто, PTZ 1236.

Tomentella lateritia Pat. – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1568.

T. radiosa (P. Karst.) Rick – Сг: на коре обожженных сосен в сосняке, пройденном пожаром, редко, INEP 528.

Trametes ochracea (Pers.) Gilb. et Ryvarden – Гп: на валежных стволах и пнях березы в различных типах леса, нередко, INEP 554.

T. pubescens (Schumach.: Fr.) Pilát – В: на сухостойных стволах и ветвях березы в березняке разнотравном, нередко, PTZ 1235.

Trichaptum abietinum (Dicks.: Fr.) Ryvarden – В, Гп, Ка, Кк, КБ, Сг: на сухостойных и валежных стволах и пнях сосны в различных типах леса, в сосняке, пройденном пожаром часто.

T. fuscoviolaceum (Ehrenb.: Fr.) Ryvarden – Сг: на валежных и сухостойных стволах сосны в сосняках, пройденных пожаром, часто.

T. laricinum (P. Karst.) Ryvarden – В, Гп: на валежных стволах и пнях сосны, нередко, PTZ 1240, INEP 530.

T. pargamenum (Fr.) G. Cunn. – Сг: на сухостойных стволах березы в сосняке, пройденном пожаром, редко.

Tubulicrinis gracillimus (D.P. Rogers et H.S. Jacks.) G. Cunn. [= *Tubulicrinis glebulosus* (Fr.) Donk] – В: на валежных ветвях ивы в березняке разнотравном, редко, PTZ 1338.

Veluticeps abietina (Pers.: Fr.) Hjortstam et Tellería [= *Columnocystis abietina* (Pers.: Fr.) Pouzar] – КБ: на бревнах и досках разрушенной башни, редко, PTZ 1231.

Venturia tremulae Aderh. – Ка: на листьях поросли осины, довольно часто.

При дальнейших исследованиях и продолжительном мониторинге, в разные сроки вегетационного периода, в том числе в поздние сроки (вторая половина августа – начало сентября) и на всей территории заповедника, возможно нахождение дополнительного ряда видов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Литература

Красная книга Мурманской области. Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 2003. 393 с.

Отчет по лесоустройству Государственного природного заповедника «Пасвик» Федеральной службы по надзору в сфере природопользования МПР РФ. Пояснительная записка. СПб, 2007.

Руоколайнен А. В. Дереворазрушающие грибы ГПЗ «Пасвик» // Биологическое разнообразие северных экосистем в условиях изменяющегося климата: тез. докл. междунар. науч. конф. (Апатиты,10–12 июня 2009 г.). Апатиты, 2009. С. 28.

Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset käävät Suomessa. Toinen, uudistettu painos. Helsinki: S. Y. E., 1996. 184 p.

Nordic Macromycetes / Ed. L. Hansen, H. Knudsen. Vol. 3: Heterobasidioid, aphyllophoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Руоколайнен Анна Владимировна
научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: annaruo@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Крутов Виталий Иванович
директор ИЛ КарНЦ РАН, д.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: krutov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Химич Юлия Ростиславовна
и.о. младшего научного сотрудника
Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
ул. Академгородок, 14, Апатиты,
Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: khimich@inep.ksc.ru
тел.: (81555)79696

Ruokolainen, Anna
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: annaruo@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Krutov, Vitaly
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: krutov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Khimich, Yulia
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
14 Akademgorodok St., 184209 Apatity,
Murmansk Region, Russia
e-mail: khimich@inep.ksc.ru
tel.: (81555)79696

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 35–47

УДК 582.272: 574.586[470.2: 556.53]

ФИТОПЕРИФИТОН РЕК ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ

С. Ф. Комулайнен

Институт биологии Карельского научного центра РАН

По результатам многолетних исследований охарактеризованы особенности таксономической структуры фитоперифитона 19 рек Зеленого пояса Фенноскандии, расположенных вдоль российско-финляндской границы. Дан сравнительный анализ видового состава и относительного обилия видов, оценена роль надвидовых таксонов в формировании альгофлоры обрастаний. Рассмотрены закономерности формирования структуры и пространственной динамики фитоперифитона, связанные с географическим положением и морфометрией водосборов рек.

Ключевые слова: фитоперифитон, реки, Зеленый пояс Фенноскандии.

S. F. Komulaynen. PHYTOPERIPHYTON IN RIVERS OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA

The taxonomic structure of attached algal communities in 19 rivers in the Green Belt of Fennoscandia along the Russian-Finnish border was described using the results of long-term studies. The species compositions and relative species abundance are compared; the role of supraspecific taxa in the formation of attached algal communities is evaluated. The patterns in the phytoperiphyton spatial dynamics related to the geographical position and river catchment morphometry are discussed.

Key words: phytoperiphyton, rivers, Green Belt of Fennoscandia.

Введение

Альгологические исследования на территории Республики Карелия ведутся более ста лет [Комулайнен и др., 2006а; Комулайнен, 2007а, 2011], однако для многих водоемов и водотоков инвентаризация альгофлоры все еще актуальна. Несмотря на прогресс в изучении влияния абиотических факторов на структуру и функционирование альгоценозов, комплексная оценка роли широтной неоднородности, особенностей ландшафта и морфометрии водоема остается одной из важных задач гидробиологии. До сих пор в исследованиях структуры и продуктивности альгоценозов, как и в большинстве регионов, основное внимание уделялось фитопланктону озер [Куликова и др., 2009]. Альгоценозы обрастаний, отличающиеся значительной спецификой видового состава, временной и пространственной динамикой, долгие годы не были объектом регулярных наблюдений. Это затрудняет оценку организации и функционирования речных экосистем, которая особенно важна для Восточной Фенноскандии, где густота речной сети колеблется от 0,30 до 0,35 км/км^2 [Григорьев, 1956], превышая 56 км/км^2 на Западно-Карельской возвышенности [Доманицкий и др., 1971].

Сообщества прикрепленных водорослей (фитоперифитон) наиболее характерны для малых рек, где играют значительную роль в формировании видового разнообразия и

балансе органического вещества. Они важны и с практической точки зрения, прежде всего, для разработки систем биоиндикации качества окружающей среды [Wetzel, 1979, 1983a, 1983b; Whitton, 1984; Komulaynen, 2002c, 2004; Комулайнен, 2004б].

В задачу наших исследований входили определение и оценка особенностей формирования видового состава и эколого-географической структуры фитоперифитона рек, расположенных в пределах Зеленого пояса.

Характеристика рек

Исследованные реки расположены на территории Республики Карелия от Ладожского озера до границы с Мурманской областью (рис. 1), относятся к бассейнам Белого и Балтийского морей и являются верховьями наиболее крупных рек Республики Карелия (Кемь) и Ленинградской области (Вуокса). Они типичны для гидрографической сети Европейского Севера России. Водоразделы рек слабо выражены, с плоской заболоченной поверхностью. На севере исследованной территории преобладают аапа (до 30% площади всех болот) и травяно-сфагновые мезотрофные болота. Общая заболоченность 15–20%. Приладожье – это район травяно-сфагновых мезотрофных болот. Заболоченность здесь изменяется от 4 (бассейн р. Хиитоланйоки) до 10% (бассейн р. Койтайоки) [Елина, Кузнецов, Максимов, 1984; Токарев, 1998]. Порожистые участки мелководные, неширокие, со скоростями течения до 2–3 м/с. Грунты на плесах песчаные и песчано-галечные, часто заиленные; на порожистых участках и перекатах песчано-каменистые с большим количество валунов и скал [Ресурсы поверхностных вод, 1972; Карпечко, 1994]. Основные характеристики гидрологического режима исследованных рек и их водосборов приведены в табл. 1.

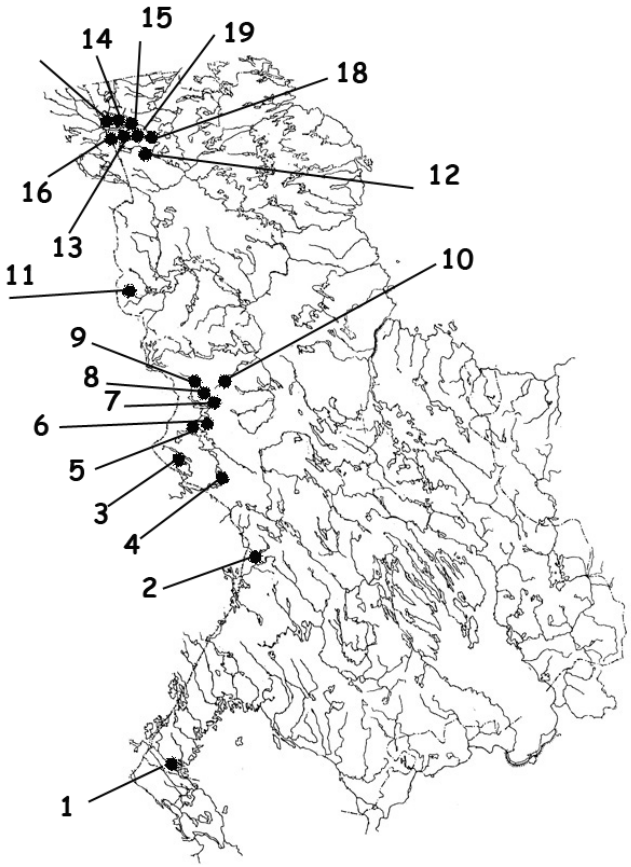


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных рек

1 – Хиитоланйоки, 2 – Койтайоки, 3 – Короппи, 4 – Лендерка, 5 – Омельянйоки, 6 – Черная, 7 – Мурдайоки, 8 – Лабайоки, 9 – Юдало, 10 – Пижма, 11 – Вуокинйоки,12 – Тавойоки, 13 – Оланга, 14 – Мянтюйоки, 15 – Муткайоки, 16 – Селкяйоки, 17 – Силтайоки, 18 – Нурис, 19 – Лохи

Таблица 1. Характеристика исследованных рек

№ п/п	Реки	Длина, км	Характеристика водосборов			Средний многолетний	
			S	LS	WL	расход воды	модуль стока
			км²	%	%	м³/с	л/с/км²
1	Хиитоланйоки	62	1370	13,5	4,0	14,7	11,0
2	Койтайоки	108	2185	5,8	10,0	24,0	11,0
3	Короппи	5	325	10,0	8,0	3,6	11,0
4	Лендерка	181	3990	12,2	15,0	46,3	11,6
5	Омельянйоки	15	1850	17,0	9,5	0,8	10,8
6	Черная	2	75	15,0	7,2	2,3	10,8
7	Мурдайоки	52	210	5,0	17,5	1,8	10,8
8	Лабайоки	24	167	5,0	24,5	2,0	10,8
9	Юдало	30	189	5,0	16,0	0,8	10,8
10	Пижма	160	250	5,0	26,0	2,8	11,0
11	Вуокинйоки	64	1181	8,0	15,0	13,5	11,4
12	Тавойоки	20	120	8,0	11,0	1,4	11,8
13	Оланга	137	5670	7,0	23,0	66,9	11,8
14	Мянтюйоки	12	40	3,0	10,0	0,5	11,5
15	Муткайоки	12	30	3,0	8,0	0,3	11,5
16	Селкяйоки	7	45	3,0	11,0	0,5	11,5
17	Силтайоки	10	35	3,0	9,0	0,4	11,4
18	Нурис	33	151	3,0	8,0	1,7	11,4
19	Лохи	10	30	3,0	13,0	0,3	11,4

Примечание. S – площадь водосбора, LS – озерность, WL – заболоченность.

По минерализации реки относятся к ультрапресным. Во время половодья она не превышает 40 мг/л, увеличиваясь до 60–90 мг/л в период летней и зимней межени. Для большинства рек характерна слабокислая реакция (pH около 7), которая снижается в реках с высокой заболоченностью водосборов (р. Мурдайоки, Лабайоки, Пижма и Юдало) до 5,8–6,2. Высокой заболоченностью водосборов объясняется также повышенная цветность (200–300°) вод.

Содержание всех форм азотистых веществ в водах исследованных рек невысоко. Нитритные ионы обычно отсутствуют. Концентрация $N–NO_3$ изменяется от 0,1 до 0,5 мгN/л, $N–NH_{4+}$ не превышает 0,08 мгN/л, а N–Nорг – 0,2–1,5 мгN/л. Отмечено очень низкое содержание фосфатов: концентрация $P_{общ}$ изменяется от 10 до 70 мкг P/л, а $P_{мин}$ – от 2 до 3 мкг P/л [Современное состояние.., 1998; Состояние.., 2007].

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований автора, проведенных в 2005–2010 гг., и итоги ранее выполненных работ [Власова и др., 1997, 1998а, б, в; Комулайнен, 1995, 1996, 2000; 2003б, в; Komulaynen, 2003, 2008, 2009].

Пробы перифитона отбирали в период летней межени с воздушно-водных (*Phragmites australis* (Cav.) Train, ex Steud., *Equisetum fluviatile* (L.) и погруженных (*Fontinalis* spp., *Hydrohypnum* spp., *Myriophyllum* spp.) макрофитов, а также с камней по стандартной методике [Комулайнен, 2003а; CEN, 2005].

Для оценки роли отдельных таксонов в формировании группировок вычисляли частоту встречаемости (pF), а также частоту (DF) и порядок доминирования Dt = DF/(pF × 100), средневзвешенное относительное обилие видов по численности (N %) и биомассе (B %). Виды с удельным относительным обилием >10 % в перифитоне отдельных станций отнесены к доминирующему комплексу. Сравнительный анализ альгофлоры перифитона отдельных рек и их участков сделан на основе данных, полученных при таксономической обработке количественных проб. Для общей характеристики альгофлоры использованы и результаты качественных сборов. Кластерный анализ выполнен по данным об относительной численности видов. Реки группировались при помощи алгоритма Евклидовой дистанции методом Варда (пакет программ Statistica).

Результаты и обсуждение

В перифитоне 19 исследованных рек определены 215 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 72 родам, 38 семействам, 17 порядкам и 4 отделам: Cyanophyta – 29, Bacillariophyta – 141, Chlorophyta – 41, Rhodophyta – 4 (табл. 2).

Таблица 2. Водоросли перифитона 19 рек Зеленого пояса Фенноскандии (Республика Карелия, Россия)

Таксоны	Реки
Cyanophyta	
пор. Chroococcales	
сем. Merismopediaceae	
Merismopedia elegans A. Br.	2, 7, 9, 11
сем. Microcystidaceae	
Microcystis aeruginosa Kütz.	15
сем. Gloeocapsaceae	
Gloeocapsa limnetica (Lemm.) Hollerb.	18
пор. Stigonematales	
сем. Stigonemataceae	
Stigonema mamillosum (Lyngb.) Ag.	3, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 18
Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.	2, 7, 8, 9
сем. Capsosiraceae	
Capsosira brebissonii Kütz.	1–3
пор. Nostocales	
сем. Nostocaceae	
Nostoc coeruleum Lyngb.	15
N. commune (Vauch.) Elenk.	14–16
N. verrucosum Vauch.	6–8
N. zeterstedtii (Aresch.) Elenk.	13
сем. Anabaenaceae	
Anabaena affinis Lemm.	15
сем. Scytonemataceae	
Scytonema crispum (Ag.) Born.	3
Tolypothrix elenkinii Hollerb.	17
T. saviczii Kossinsk	5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 17
T. tenuis Kütz.	13–15, 18
сем. Rivulariaceae	
Calothrix braunii Born. et Flah.	9, 15, 16
C. fusca (Kütz) Born. et Flah.	12
C. gypsophila (Kütz.) Thur.	3, 4, 12, 13,15–18
C. parietina (Nag.) Thur.	3, 11
C. ramenskii Elenk.	15
Rivularia aquatica (de Wild.) Geitl.	13, 15
R. dura Roth.	5
R. planctonica Elenk.	15
пор. Oscillatoriales	
сем. Oscillatoriaceae	
Oscillatoria agardhii Gom.	1, 4
O. irrigua (Kütz.) Gom.	3, 15
O. limosa Ag.	2
O. sancta (Kütz.) Gom.	1
O. tenuis Ag.	1, 2, 4
Phormidium ambiguum Gom.	13
Bacillariophyta	
пор. Thalassiosirales	
сем. Stephanodiscaceae Makar.	
Stephanodiscus dubius (Frich.) Hust.	12, 13
Cyclostephanos dubius (Fricke.) Round	12, 13
Cyclotella bodanica Eulenst.	11
C. comta (Ehr.) Kütz.	4, 13–15
C. kuetzingiana Thwait.	15, 17
C. meneghiniana Kütz.	12, 13, 17, 18
C. stelligera Cl et Grun.	4
пор. Pseudopoosirales	
сем. Radialiplicataceae	
Ellerbeckia arenaria (Moore ex Ralfs) Crawford	13

Продолжение табл. 2

Таксоны	Реки
пор. Melosirales	
сем. Melosiraceae	
Melosira undulata (Ehr.) Kütz.	1
M. varians Ag.	11
пор. Aulacosirales	
сем. Aulacosiraceae	
Aulacosieira distans (Ehr.) Simonsen.	2–4, 9, 12, 13, 18
A. islandica (O. Müll) Simonsen.	4, 11
A. italica (Kütz.) Simonsen. var. *italica*	1–6, 8, 10–15, 17, 18
A. italica var. *subsp. subarctica* O. Müll.	13
пор. Araphales	
сем. Fragilariaceae	
Fragilaria bicapitata A. Mayer	9
F. capucina Desm. var. *capucina*	1, 3– 6, 9, 12–16, 19
F. construens var. *binodis* (Ehr.) Grun.	5, 13
F. crotonensis Kitt.	13
F. pinnata Ehr. var. *pinnata*	13
F. pulchella (Ralfs ex Kütz.) Lange-Bertalot	4
F. virescens Ralfs. var. *virescens*	15–17
Synedra amphicephala Kütz.	13
S. tabulata (Ag.) Kütz.	12, 13, 17, 19
S. ulna (Nitzsch.) Ehr.	1, 2, 4–6, 9, 11–19
S. vaucheriae Kütz.	13, 14
Ceratoneis arcus (Ehr.) Kütz. var. *arcus*	1, 4, 5, 12–15, 18
сем. Diatomaceae	
Diatoma elongatum (Lyngb.) Ag.	13, 15
D. hiemale var. *mesodon* (Ehr.) Grun.	13, 15
D. vulgare Bory var. *vulgare*	13, 15
Meridion circulare Ag.	13, 14, 16
сем. Tabellariaceae	
Tetracyclus lacustris Ralfs.	3, 4
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	2–7, 9, 11–13,15–18
T. flocculosa (Roth.) Kütz.	1–19
пор. Raphales	
сем. Eunotiaceae	
Eunotia arcus Ehr.	3
E. bigibba Kütz.	2
E. clevei Grun.	2, 13
E. diodon Ehr.	3, 4, 6, 13, 16, 17
E. exigua (Breb.) Rabench.	14–16
E. faba (Ehr.) Grun.	4, 13, 15
E. fallax A. Cl var. *fallax*	2
E. fallax var. *gracillima* Krasske	2, 3
E. formica Ehr.	4, 5, 9, 13
E. gracilis (Ehr.) Rabenh.	1, 6, 9
E. lapponica Grun.	15
E. lunaris (Ehr.) Grun.	2–6, 11, 15, 16
E. monodon Ehr.	13, 15–17
E. paralella Ehr.	2
E. pectinalis Kütz. var. *pectinalis*	2–18
E. pectinalis var. *minor* (Kütz.) Rabenh.	2, 3, 11–13, 15, 17, 18
E. pectinalis var. *ventralis* (Ehr.) Hust.	2–5, 9, 11–13, 17, 18
E. pectinalis v. undulata (Ralfs.) Rabenh.	4
E. praerupta Ehr. var. *praerupta*	1, 5, 6, 13, 17, 18
E. praerupta var. *bidens* (W. SM.) Grun.	2–5, 12, 13, 15
E. robusta var. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs.	2–4, 7, 9, 12, 13,17–19
E. septentrionalis Østr.	15
E. sudetica O. Müll.	2–5, 7, 11, 18
E. tenella Hust.	2
E. valida Hust.	4, 13, 17
E. veneris (Kütz.) O. Müll.	2, 13–16
сем. Achnanthaceae	
Cocconeis disculus var. *diminuta* (Pant) Shesh.	14
C. placentula Ehr. var. *placentula*	1, 2, 4, 5, 9, 12–19
C. placentula var. *euglypta* (Ehr.) Cl .	13
Eucocconeis flexella Kütz.	3, 17
E. lapponica Hust.	13
Achnanthes biasolettiana (Kütz.) Grun.	13, 14
A. calcar Cl. var. *calcar*	13
A. clevei Cl.	3
A. dispar Cl. var. *dispar*	9 13
A. laterostrata Hust.	13
A. linearis (W. Sm.) Grun.	11, 12, 14, 15, 17
A. minutissima var. *minutissima* Kütz.	3–6, 11,13–19
A. minutissima v .cryptocephala Grun.	13, 15
сем. Naviculacea	
Navicula bacillum Ehr.	13
N. cryptocephala Kütz.	13
N. exigua (Greg.) O. Mull.	3, 15
N. lanceolata var. *tenella* A. S.	5, 14, 16
N. peregrina (Ehr.) Kütz.	2, 13
N. placentula Ehr.	3, 16
N. pupula Kütz.	5, 13
N. radiosa Kütz.	12, 13, 15, 16
N. rhynchocephala Kütz.	4, 13, 17, 18
N. viridula Kütz.	5
Frustulia rhomboides (Ehr.) D. T.	1–15, 17, 18
F. rhomboides var. *saxonica* (Rabenh.) D. T.	2, 3
Stauroneis anceps Ehr.	2, 4, 9, 11, 14, 15
Pinnularia borealis Ehr.	15, 18
P. divergentissima (Grun.) Cl.	12
P. esox Ehr.	4, 12
P. gibba Ehr.	6
P. interrupta W. Sm.	9, 12, 18
P major (Kutz.) Cl.	2–4, 13, 16
P. microstauron (Ehr.) Cl.	5, 16
P. nobilis Ehr.	2, 3, 11, 18
P. nodosa Ehr.	18
P. undulata Greg.	17
P. viridis (Nitzsch.) Ehr.	7, 9, 13, 15, 17
Neidium affine (Ehr.) Cl.	3
Caloneis bacillum (Grun.) Mer.	13
Diploneis parma Cl.	13
сем. Cymbellaceae	
Cymbella affinis Kütz.	2–4, 12, 13, 17–19
C. aspera (Ehr.) Cl.	13–15
C. cesatii (Rabench.) Grun.	1, 14
C. cistula (Ehr.) Kirchner.	13, 14, 16, 17
C. cuspidata Kütz.	18
C. hebridica (Greg.) Grun.	15
C. helvetica Kütz.	13–16
C. naviculiformis Auersw.	5, 11, 13, 15, 16, 18
C. prostrata (Berkeley) Cl.	4, 14, 16
C. sinuata Greg.	13, 16
C. tumida (Breb.) *V.* H.	1, 4, 13, 17, 19

Окончание табл. 2

Таксоны	Реки
C. tumidula Grun.	11, 12
C. turgida (Greg.) Cl.	9
C. ventricosa Kütz.	3–5, 9, 11–15, 17, 18
Amphora ovalis Kütz.	12, 16
A. seriata Skabitcsch	12
сем. Gomphonemataceae	
Gomphonema acuminatum (Ehr.) var. *acuminatum*	11, 14, 15
G. acuminatum var. *brebissonii* (Kütz.) Cl.	3, 4, 7, 15
G. acuminatum var. *coronatum* (Ehr.) W. Sm.	15, 17, 18
G. angustatum (Kütz.) Rabenh.	11, 14, 16
G. constrictum Ehr.	1, 2, 4, 9–11, 13–15, 19
G. gracile Ehr.	11–13,19
G. lanceolatum Ehr.	3
G. longiceps Ehr.	3, 4, 6, 12, 13, 15, 17, 18
G. parvulum (Kütz.) Grun.	1–6, 11,13–19
G. ventricosum Greg.	13, 14, 16, 17
Didymosphenia geminata (Lyngb.) M. Schmidt.	4, 5, 7, 9,10, 13–15, 19
сем. Epithemiaceae	
Epithemia ocellata Kütz.	15
E. sorex Kütz.	13
E. turgida (Ehr.) Kütz.	1, 12, 16
E. zebra (Ehr.) Kütz.	12
сем. Rhopalodiaceae	
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Mull.	1, 9, 13, 14, 16
сем. Nitzchiaceae	
Nitzchia linearis W. Sm.	3
N. microcephala Grun.	13
N. palea (Kütz.) W. Sm.	3
сем. Surirellaceae	
Surirella biseriata Breb.	1
S. delicatissima Lewis.	12
S linearis W. Sm.	4
S. tenera Greg.	1, 4, 6, 13, 18
Cymatopleura elliptica (Breb.) W. Sm.	1
Stenopterobia intermedia Lewis.	3
Chlorophyta	
пор. Chlorococcales	
сем. Sphaerocystidaceae	
Sphaerocystis schroeteri Chood.	12
пор. Ulotrichales	
сем. Ulotrichaceae	
Ulothrix tennuissima Kütz.	2, 11
U. zonata Kütz.	4, 13
сем. Microsporaceae	
Microspora amoena (Kütz.) Rabenh.	2, 3, 9
M. pachyderma (Wille) Lagerh.	2, 14
M. stagnorum (Kütz.) Lagerh.	4
пор. Chaetophorales	
сем. Chaetophoraceae	
Stigeoclenium fasciculare Kütz.	15
Chaetophora elegans (Roth.) Ag.	11, 13, 15
C. incrassata (Hudson) Hazen	13
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag.	13
D. plumosa (*Vauch.*) Ag.	2
сем. Coleochaetoceae	
Coleochaete divergens Pringsh.	12, 15
пор. Cladophorales	
сем. Cladophoraceae	
Cladophora glomerata (L.) Kütz.	1, 15
пор. Oedogoniales	
сем. Oedogoniaceae	
Bulbochaete sp.	2–5, 13, 15
Oedogonium sp.	1–5, 11, 13, 14, 16, 17
пор. Zygnematales	
сем. Zygnemataceae	
Spirogyra sp.	1, 3–5, 14, 16–18
Zygnema sp.	3–7, 11, 13, 15, 16
Mougeotia sp.	2, 3, 5, 6, 9, 11,13–16, 18, 19
сем. Desmidiaceae	
Closterium cynthia De Not.	7, 9
C. dianae Ehr.	3, 9
C. ehrenbergiii Menegh.	8
C. leibleinii Kütz.	2
C. moniliferum (Bory.) Ehr.	9
Euastrum bidentatum Näg.	2
Microsterias radiata Hass.	2, 3
Cosmarium brebissonii Menegh.	7, 9
C. depressum (Näg.) Lund.	4
C. margaritiferum Menegh.	8, 12, 18
C. ornatum Ralfs.	4
C. pachydermum Lund.	7, 8, 18
C. punctulatum Breb.	4
C. reniforme (Ralfs.) Arch.	15, 18
C. subalatum W. et G. S. West.	18
C. venustum (Breb.) Arch.	12
Staurastrum paradoxum Meyen.	3, 4
Hyalotheca dissiliens (Smith) Breb.	4, 5
H. mucosa (Mert.) Ehr.	2, 3
Bambusina brebissonii Kütz.	3
Rhodophyta	
пор. Nemaliales	
сем. Acrochaetiaceae	
Audouinella hermannii (Roth.) Duby	13
Chantransia chalybea (Roth.) Tries	2, 13–15
сем. Batrachospermaceae	
Batrachospermum moniliforme Roth.	1–3, 10, 11, 13, 15, 17, 18
сем. Lemaneaceae	
Lemanea fluviatilis Ag.	2, 4

Преобладание этих групп водорослей отмечено в фитоперифитоне и других речных систем бореальной и субарктической зон [Киршов, 1933; Prescott, 1959; Johansson, 1982; Lindstrøm, Traaen 1984; Гецен, 1985; Комулайнен и др., 2006б; Чекрыжева, Комулайнен, 2010].

На долю диатомовых водорослей приходится более половины списка, что характерно для альгофлоры всех типов водоемов Арктики и Субарктики. Пропорции и родовая насыщенность альгофлоры также подчеркивают ключевое положение диатомовых в формировании альгофлоры перифитона (табл. 3).

Таблица 3. Таксономическая структура и пропорции компонентов альгофлоры перифитона исследованных рек

Отделы	Ord		Fm		Gn		Spp		Sd		Gn/Fm	Spp/Fm	Spp/Gn
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Cyanophyta	29	13,5	10	26,3	14	19,4	29	13,5	35	23,8	1,4	2,9	2,1
Bacillariophyta	141	65,6	16	42,1	34	47,2	141	65,6	85	57,8	2,1	8,8	4,1
Chlorophyta	41	19,1	9	23,7	20	27,8	41	19,1	21	14,3	2,2	4,6	2,1
Rhodophyta	4	1,9	3	7,9	4	5,6	4	1,9	6	4,1	1,3	1,3	1,0
Всего	215	100,0	38	100,0	72	100,0	215	100,0	147	100,0	1,9	5,7	3,0

Примечание. Ord – порядки, Fm – семейства, Gn – роды, Spp – виды, Sd – доминирующие виды.

Среди диатомей наиболее разнообразны водоросли порядка Raphales (табл. 4). Восемь видов – *Eunotia pectinalis, E. veneris, Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima, Frustulia rhomboides, Cymbella affinis, Gomphonema constrictum, Didymosphenia geminata* – доминируют в альгоценозах обрастаний (pF = 42 – 89%)

Порядок Araphales представлен в перифитоне всего 9 родами и 53 видами, но среди его представителей два вида наиболее распространены в альгофлоре рек: *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*. Центрические диатомовые (порядки Melosirales, Aulacosirales) по числу видов занимают подчиненное положение в группировках обрастаний. В альгофлоре перифитона рек определено 14 видов и разновидность родов *Stephanodiscus, Cyclostephanos, Cyclotella, Ellerbeckia, Melosira* и *Aulacoseira*. Из них только *Aulacoseira italica* достаточно постоянно встречается в перифитоне (pF = 78,7%) и входит в доминирующий комплекс (Dt = 6,7%).

Таблица 4. Места порядков по числу видовых и внутривидовых таксонов в альгофлоре перифитона

Порядки	Spp	S%	Sd
Nostocales	17	8,1	3
Araphales	19	9,0	3
Raphales	107	50,7	8
Zygnematales	23	10,9	2
В ведущих порядках	166	78,7	16
В остальных порядках	45	21,3	9
Всего видов	211	100,0	25

В перифитоне исследованных рек определен 41 таксон зеленых водорослей (Chlorophyta), относящихся к 6 порядкам, 9 семействам и 20 родам. Видовое богатство зеленых водорослей формируется практически представителями одного семейства – Desmidiaceae, которые по числу таксонов занимают третье место среди всех выявленных семейств. Наиболее разнообразен род *Cosmarium* Ralfs – 8 видов. Десмидиевые встречаются в составе альгоценозов перифитона единично, и их участие в формировании биомассы группировок незначительно.

Вклад синезеленых водорослей в видовое разнообразие составил 13,5 %. В альгофлоре перифитона исследованных рек представители Cyanophyta по числу видов (29) занимают 3-е место после диатомовых и зеленых и относятся к 4 порядкам, 10 семействам и 14 родам. Наиболее богаты видами роды *Oscillatoria* и *Calothrix* (по 5 видов).

Можно выделить три группы синезеленых водорослей. Первую составляют виды из порядков Chroococcales, Oscillatoriales и частично Nostocales (*Anabaena*), которые характерны для позднелетнего фитопланктона озер. Три вида – *Anabaena affinis*, *Oscillatoria agardhii* и *O. tenuis* – доминируют и в перифитоне на речных участках ниже проточных озер. Хроококковые водоросли менее разнообразны, и лишь *Microcystis aeruginosa* входит в комплекс доминирующих видов.

Вторая группа включает водоросли родов *Stigonema, Hapalosiphon, Capsosira* и *Nostoc*. Они встречаются как в водных, так и в наземных местообитаниях, однако только *Stigonema mamillosum* доминирует в «*амфибиотической*» [Чернов, 1946] зоне. Третья группа объединяет 12 типичных реофилов из семейств Scytonemataceae и Rivulariaceae, но лишь *Tolypothrix tenuis* и *Calothrix gypsophylla* постоянны в альгоценозах перифитона.

Красные водоросли представлены всего четырьмя видами, но *Batrachospermum moniliforme* является одним из самых распространенных (pF = 47,4%) в перифитоне исследованных рек.

Зонально-климатические черты, свойственные альгофлоре перифитона, проявляются на различных уровнях таксономической структуры. Кроме доминирующей роли диатомовых водорослей отмечено отсутствие в альгоценозах представителей отделов Euglenophyta и Dinophyta. Показательным также является увеличение обилия синезеленых и ностоковых водорослей в сравнении соответственно с зелеными и осцилаториевыми в фитоперифитоне (см. рис. 2).

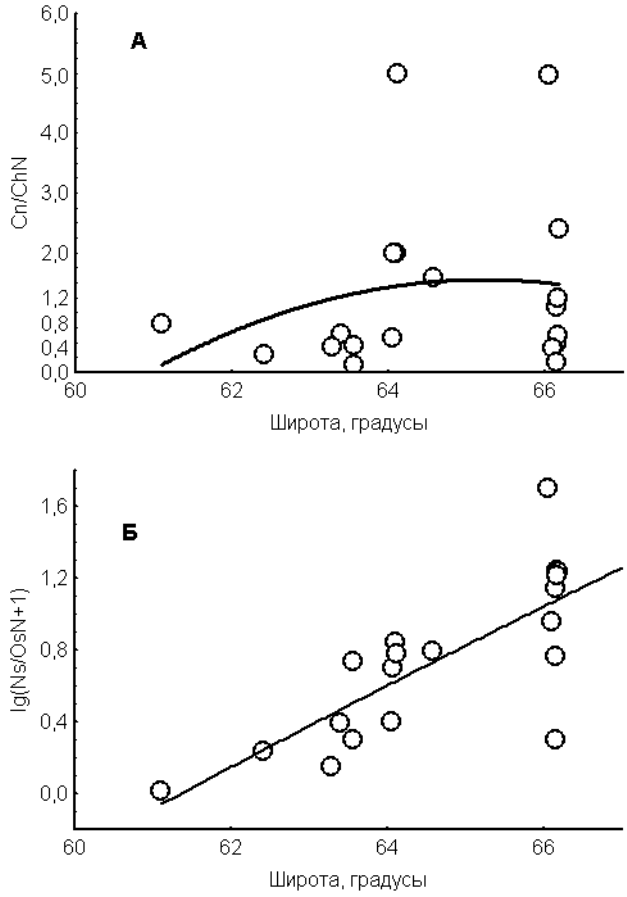


Рис. 2. Изменения обилия синезеленых в сравнении с зелеными (Cn/ChlN – А) и ностоковых в сравнении с осцилаториевыми (lg Nost/OscN+1 – Б) водорослями в перифитоне

На северное положение рек указывают набор и порядок расположения семейств (табл. 5). В перифитоне исследованных рек самое высокое положение по видовому богатству занимают семейства, видовое разнообразие которых отражает голарктические черты флор Северного полушария: Fragilariaceae, Eunotiaceae и Naviculaceae [Гецен, 1985].

Таблица 5. Места семейств по числу видовых и внутривидовых таксонов в альгофлоре перифитона

Семейства	S	S%	Sd
Fragilariaceae	17	8,1	0
Eunotiaceae	26	12,3	2
Naviculacea	27	12,8	1
Cymbellaceae	16	7,6	2
Desmidiaceae	20	9,5	0
В ведущих семействах	106	50,2	5
В остальных семействах	105	49,8	20
Всего видов	211	100,0	25

Роль отдельных родов в формировании таксономического разнообразия фитоперифитона определяется в первую очередь родами, в которых преобладают типичные прикрепленные формы. В альгофлоре региона основными по фитоценотическому значению родами являются пеннатные диатомеи родов: *Eunotia, Navicula, Pinnularia, Cymbella* и *Gomphonema* (табл. 6).

Таблица 6. Место родов по числу видовых и внутривидовых таксонов в альгофлоре перифитона

Роды	Spp	S%	Sd
Eunotia	26	12,3	2
Navicula	10	4,7	0
Pinnularia	11	5,2	0
Cymbella	14	6,6	1
Gomphonema	10	4,7	1
В ведущих родах	71	33,6	4
В остальных родах	140	66,4	21
Всего видов	211	100,0	25

Наблюдается также свойственное северным флорам [Гецен, 1985] преобладание одновидовых родов и семейств (табл. 7).

Таблица 7. Состав семейств и родов по числу содержащихся в них видов и внутривидовых таксонов

Число таксонов в семействе	Число семейств	%	Число таксонов в роде	Число родов	%
1	12	31,6	1	39	54,2
2–3	9	23,7	2–3	15	20,8
4–9	10	26,3	4–9	13	18,1
≥ 10	7	18,4	≥ 10	5	6,9
Всего	38	100,0	Всего	72	100,0

Сравнение видового состава перифитона позволило выделить несколько групп рек (см. рис. 3). Группа В объединяет главным образом реки центральной Карелии, характеризующиеся более высокой заболоченностью водосборов и цветностью вод. Для перифитона этих рек характерно постоянное присутствие комплекса, включающего виды родов *Tabellaria, Eunotia* и *Pinnularia*.

Перифитон рек, объединенных в группу А, более разнообразен. Он отличается обилием галофильных и алкалифильных форм. Благодаря большей озерности водосборов, включенных в эту группу рек, в перифитоне постоянны и спорадически доминируют планктонные виды. В реках группы A_2 обычны синезеленые водоросли порядка Nostocales (родов *Nostoc, Calothrix, Tolypothrix*), которые в реках южной Карелии замещаются представителями порядка Oscillatoriales.

Большая часть (56,3 %) видов, определенных в перифитоне исследованных рек, – евперифитонные формы. Они формируют структуру группировок фитоперифитона во всех исследованных водотоках, составляя от 50 до 92,9 %

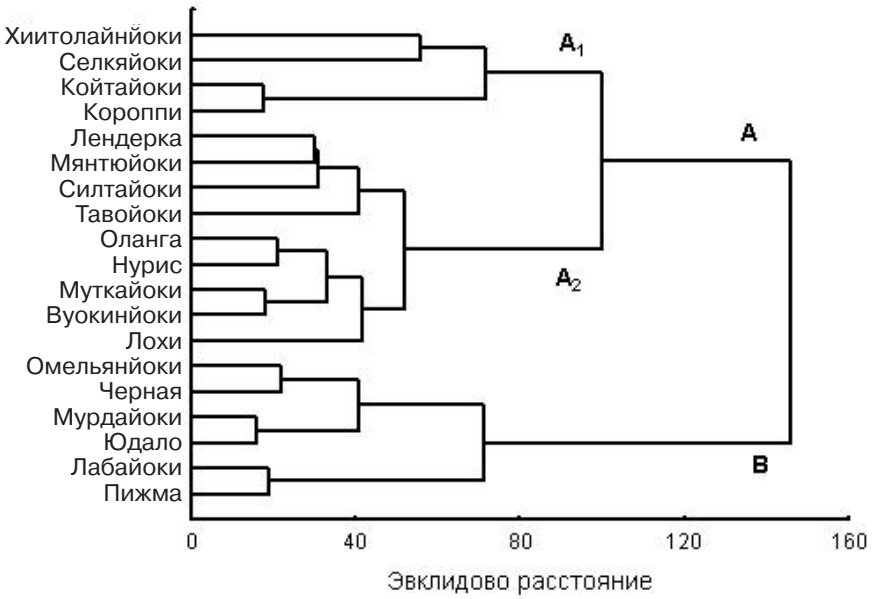


Рис. 3. Дендрограмма сходства видового состава фитоперифитона рек

от общего числа встреченных видов и от 54 до 97,6 % от суммарной численности. Евперифитонные диатомеи (61,2 %) представлены родами *Achnanthes, Cocconeis, Cymbella, Denticula, Epithemia, Eunotia, Gomphonema* и некоторыми видами из родов *Fragilaria* и *Tabellaria* – всего 121 вид. Из 25 видов, входящих в доминирующий комплекс, 18 типичные прикрепленные, евперифитонные формы. Из них 10 видов имеют встречаемость более 20 %. Кроме евперифитонных форм в группировках постоянно присутствуют планктонные (24,2 %) и донные (19,5 %) водоросли. Причем в перифитоне 11 рек относительное обилие планктонных видов превышало 10 %.

Диатомовые – одна из ведущих групп северного фитопланктона, доминирующего во всех типах водоемов, поэтому неудивительна их роль в формировании аллохтонной составляющей в альгофлоре перифитона. Среди диатомовых планктонные виды составляют 12,7 %; это в основном представители родов *Aulacosira* и *Cyclotella* и некоторые виды рода *Fragilaria*. Большинство из планктонных диатомей встречались в обрастаниях единично, а в доминирующий комплекс входит лишь *Aulacosira italica*. Более заметна в альгоценозах обрастаний роль планктонных пеннатных диатомей: *Fragilaria capucina* и *Tabellaria fenestrata* (pF 63,2 и 73,7 соответственно).

Особый интерес представляют синезеленые планктонные водоросли родов *Aphanizomenon*, *Microcystis, Anabaena, Gloeotrichia* и *Oscillatoria*, так как в водоемах умеренной зоны чаще всего бывают возбудителями «цветения» [Белякова и др., 2006]. Они типичны для позднелетней альгофлоры перифитона исследованных рек, а четыре вида (*Microcystis aeruginosa, Anabaena affinis, Oscillatoria agardhii* и *O. tenuis*) входят в доминирующий комплекс, что характерно для речных участков, расположенных ниже проточных озер, и отмечалось нами ранее для других рек региона [Komulaynen, 2002a].

Все бентосные формы (42 таксона) – это диатомовые водоросли, относящиеся главным образом к родам *Navicula* (10 таксона) и *Pinnularia* (11), но большая часть не достигает высокого обилия и только *Frustulia rhomboides* отнесена нами к доминантам.

Положение на шкале галобности известно для 157 таксонов. Среди них преобладают индифференты, на долю которых приходится от 50 до 79,3 % от общего числа видов, определенных в перифитоне рек. Галофилы и галофобы менее разнообразны, составляя соответственно 11,5 и 16,6 % от общего числа таксонов. Из 18 видов-галофилов лишь синезеленые планктонные (*Oscillatoria agardhii* и *O. tenuis*), характерные преимущественно для водотоков южной Карелии, доминируют в перифитоне.

Массовыми галофобными видами, предпочитающими очень низкую минерализацию (до 0,02 г/л), являются *Tabellaria fenestrata* и *T.flocculosa*. Благодаря их доминированию относительное обилие галофобных видов в перифитоне большинства исследованных рек превышает 20 %.

Среди 156 индикаторов pH в перифитоне также преобладают индифференты – 59% таксонов. Алкалифилы и ацидофилы составляют соответственно 19,9 и 21,1 %. Алкалифилы представлены в основном диатомеями, из

которых в состав доминирующего комплекса входят два вида: *Fragilaria capucina* и *Cocconeis placentula*. Из ацидофилов встречены обычные обитатели болот и торфяников [Штина и др., 1981] – *Closterium*, *Euastrum, Cosmarium* и *Eunotia*. Доминантами альгоценозов обрастаний являются *Tabellaria fenestrata, T.flocculosa, Fragilaria virescens* и *Frustulia rhomboides*. Причем благодаря высокой встречаемости и частоте доминирования ацидофилов по сравнению с индифферентами они, как правило, определяют структуру фитоперифитона в большинстве рек.

Основу альгофлоры перифитона исследованных рек составляют широкораспространенные виды и космополиты – 46,5 % таксонов среди 155 таксонов, для которых географическое распространение известно. Космополиты разнообразны среди синезеленых (90 %), зеленых (29,6%) и диатомовых (37,3 %) водорослей. Бореальными являются 25,8 % и арктоальпийскими – 27,7 % видов.

Вместе с тем четкое объединение исследованных рек по «*географическом*у» признаку отсутствует. Это связано с пространственной неоднородностью геологического строения исследованной территории [Горьковец, Раевская, 2009] и ее ландшафта. В результате наблюдается азональность в заболачиваемости [Токарев, 1998] и озерности водосборов рек, что, несомненно, определяет пространственную широтную мозаичность гидрологического и гидрохимического режима, а следовательно, и структуры фитоперифитона (рис. 4), это в целом характерно для территории Карелии [Комулайнен, 2007б]. Анализ эколого-географической структуры фитоперифитона рек Зеленого пояса Фенноскандии показал, что в них в сравнении с ранее исследованными реками Республики Карелия увеличивается обилие планктонных, ацидофильных широкораспространенных видов, характерных для олиготрофных ультрапресных водоемов, имеющих заболоченные водосборы и не подвергающихся антропогенной нагрузке (рис. 5).

Основа фитоперифитона в исследованных реках сформирована относительно небольшим количеством видов. К видам, доминирующим по численности, отнесено 27 таксонов, или 12,6 %, из установленных в количественных пробах, однако реально структуру фитоперифитона в реках определяет всего десять видов, образующих более 10 % от суммарной биомассы, которая формируется в конкретных реках (табл. 8).

Доминирующие комплексы в исследованных водотоках включают от 5 до 20 таксонов, то есть менее 15 % от выявленного видового состава. В то же время подавляющее большинство водорослей, определенных в перифитоне, – единичные формы с низкими показателями численности. Ведущие позиции в ценозообразовании принадлежат не тем надвидовым таксонам, которые определяют таксономическое богатство альгофлоры. Нередко группы доминантов и субдоминантов представлены видами из маловидовых родов. Среди диатомей к таким родам относятся *Tabellaria, Hannaea, Cocconeis* и *Didymosphenia*, представители которых чаще других составляли основу группировок перифитона.

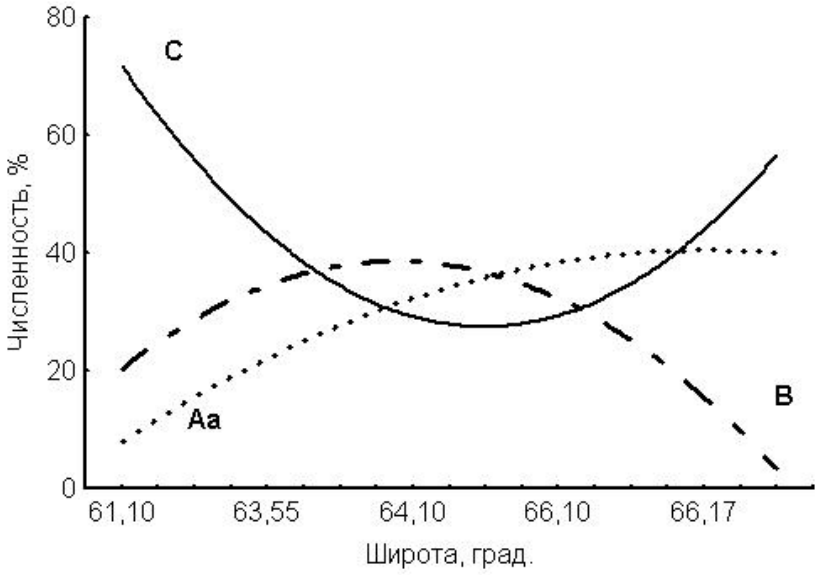


Рис. 4. Изменение относительного обилия широкораспространенных (С), бореальных (В) и арктоальпийских (Аа) видов в перифитоне исследованных рек

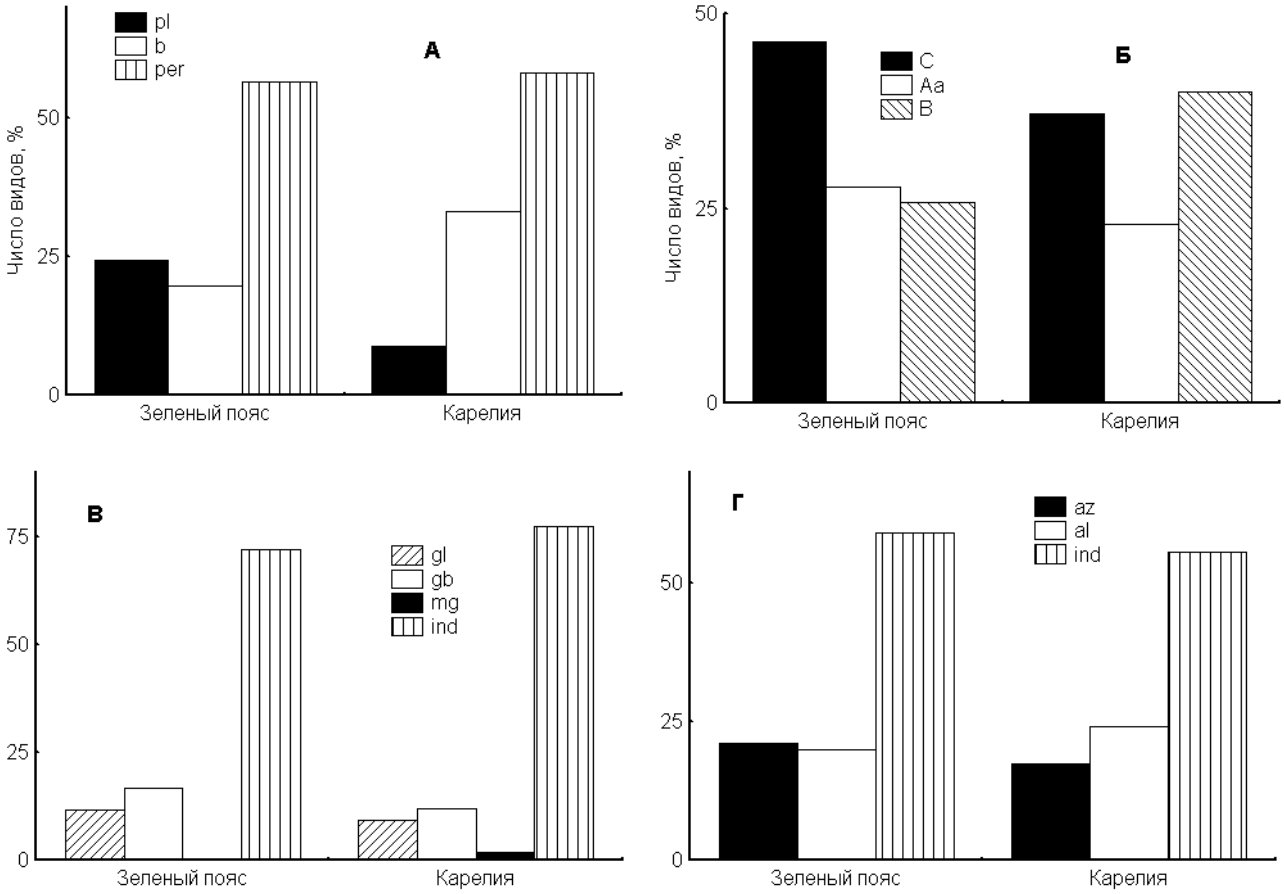


Рис. 5. Сравнение эколого-географической структуры фитоперифитона рек Зеленого пояса Фенноскандии и Республики Карелии

pl – планктонный, b – донный, per – евперифитонный, ind – индифферент, gl – галофил, gb – галофоб, mg – мезогалоб, al – алкалифил, az – ацидофил, Aa – арктоальпийский, B – бореальный, C – космополит

Самыми распространенными видами являются *Tabellaria flocculosa, Eunotia pectinalis* и *Frustulia rhomboides*, которые присутствуют в альгофлоре почти всех исследованных участков. Этому благоприятствует поступление болотных гумифицированных слабокислых вод, отличающихся повышенной цветностью и содержанием железа. Особо следует подчеркнуть роль рода Eunotia. Несмотря на то что большинство из 26 определенных видов, как правило, не играют заметной роли в формировании суммарной численности и биомассы, они достаточно постоянны и определяют «*физиономические*» особенности структуры перифитона в реках региона, для которых характерна высокая заболоченность водосборов.

Синезеленые водоросли, доминирующие по численности, почти поровну распределены между планктонными и евперифитонными формами. Среди первых виды, в массе развивающиеся в позднелетнем планктоне озер и поэтому составляющие основу аллохтонной фракции в перифитоне: *Microcystis aeruginosa, Oscillatoria agardhii, O. tenuis*. Из типичных обрастателей наиболее постоянны в альгоценозах *Stigonema mamillosum, Calothrix gypsophylla* и *Tolypothrix tenuis*.

Биомасса фитоперифитона в исследованных реках сформирована в первую очередь видами с нитчатой структурой таллома. Это *Ulothrix zonata, Bulbochaete* sp., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp. со встречаемостью от 10 до 52 %. Следует, однако, отметить, что большинство из доминирующих нитчатых зеленых водорослей относятся к «*повсеместно распространенным*» [Рундина, 1998] таксонам, типичным для олиготрофных водоемов бореальной зоны. Их доминирование в перифитоне исследованных рек подчеркивает схожесть условий формирования альгофлоры, а отличия, по-видимому, определяются некоторыми различиями в сроках отбора проб.

Из малоразнообразных красных водорослей основным ценозообразователем является *Batrachospermum moniliforme*, встреченный на трети станций и имеющий высокий коэффициент доминирования (DF = 20,8, Dt = 52,7 %).

Таблица 8. Доминирующие виды в перифитоне исследованных рек (конец июля – начало сентября)

Реки	Доминирующие виды	
	по численности (N%>10)	по биомассе (B%>10)
Хиитоланйоки	*Oscillatoria agardhii, Spirogyra* sp. *Batrachospermum moniliforme*	*Oscillatoria agardhii, Spirogyra* sp. *Batrachospermum moniliforme*
Койтайоки	*Tabellaria flocculosa, Batrachospermum moniliforme*	*Microspora amoena, Draparnaldia plumose, Batrachospermum moniliforme*
Короппи	*Tabellaria flocculosa, Batrachospermum moniliforme*	*Tabellaria flocculosa, Ulothrix zonata, Oedogonium* sp., *Mougeotia* sp.
Лендерка	*Tabellaria flocculosa, Oscillatoria agardhii*, *Ulothrix zonata*	*Oscillatoria agardhii, Ulothrix zonata, Zygnema* sp.
Омельянйоки	*Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, Eunotia pectinalis, Zygnema* sp.	*Tabellaria flocculosa, Zygnema* sp.
Черная	*Tabellaria fenestrata Zygnema* sp.	*Tabellaria flocculosa, Zygnema* sp.
Мурдайоки	*Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, Eunotia pectinalis, Frustulia rhomboides*	*Zygnema* sp. *Tabellaria flocculosa,*
Лабайоки	*Aulacoseira italica, Tabellaria flocculosa, Eunotia pectinalis*	*Tabellaria flocculosa, Frustulia rhomboides Eunotia pectinalis*
Юдало	*Tabellaria fenestrata T. flocculosa, Eunotia pectinalis*	*Mougeotia* sp. *Tabellaria flocculosa,*
Пижма	*Tabellaria flocculosa, Eunotia pectinalis*	*Eunotia pectinalis, Tabellaria flocculosa, Batrachospermum moniliforme*
Вуокинйоки	*Microcystis aeruginosa, Stigonema mamillosum, Achnanthes minutissima*	*Stigonema mamillosum, Mougeotia sp.*
Тавойоки	*Anabaena affinis, Calothrix gypsophylla, Tabellaria flocculosa*	*Tabellaria flocculosa*
Оланга	*Tabellaria flocculosa, Achnanthes minutissima*	*Didymosphenia geminata, Ulothrix zonata, Mougeotia sp.*
Мянтюйоки	*Eunotia pectinalis, Spirogyra spp.*	*Spirogyra sp., Mougeotia sp.*
Муткайоки	*Tabellaria flocculosa, Achnanthes minutissima*	*Zygnema sp., Mougeotia sp.*
Селькайоки	*Cocconeis placentula, Eunotia veneris*	*Spirogyra sp., Mougeotia sp.*
Силтайоки	*Calothrix gypsophylla, T. fenestrata, Achnanthes minutissima*	*Tabellaria fenestrata, Oedogonium sp.*
Нурис	*Tabellaria flocculosa Achnanthes minutissima*	*Zygnema sp.*
Лохи	*Achnanthes minutissima, Cymbella affinis, Didymosphenia geminata, Gomphonema constrictum*	*Didymosphenia geminata, Mougeotia sp.*

Таблица 9. Виды-индикаторы сапробности в перифитоне рек

Отделы	χ	o–χ	o	o–β	β	β–α	Всего видов
Cyanophyta	1	–	2	–	3	2	8
Bacillariophyta	8	12	4	11	18	5	58
Chlorophyta	–	3	7	1	2	2	15
Rhodophyta	–	–	3	–	–	–	3
Всего видов	9	15	16	12	23	9	84
Видов, %	10,7	17,9	19,0	14,3	27,4	10,7	100,0

Эколого-географические спектры доминирующего комплекса также несколько отличаются от описывающих альгофлору в целом. В его составе более разнообразны евперифитонные формы, при сохранении структуры географического спектра отмечается увеличение доли галофобных и ацидофильных форм.

В фитоперифитоне исследованных рек определено 84 вида индикатора (табл. 9). Наиболее разнообразно в альгофлоре перифитона представлены o-β и β-мезосапробы – 41,7% от общего числа видов индикаторов (84 таксона). Так как основу доминирующего комплекса на большинстве станций составляют χ-, χ- олиго и олигосапробные виды, значения индекса Сладечека и трофического диатомового индекса (TDI), рассчитанные для альгофлоры рек в целом, в среднем равны соответственно 1,09±0,27 и 2,09±0,27. Это позволяет отнести воды исследованных рек к олигосапробной зоне, характеризующейся как условно чистые.

Выводы

Альгофлора перифитона исследованных водотоков включает черты бореального и среднеевропейского типа. Видовое разнообразие альгофлоры определяют диатомовые водоросли.

Для фитоперифитона характерно преобладание космополитных форм при существенной доле бореальных и североальпийских видов, что свидетельствует о ее холодолюбивости. В водоемах преобладают индифферентные по отношению к солености и pH виды. Большинство видов-индикаторов сапробности относится к олиго-, олиго-бета- и бета-мезосапробным формам, что указывает на отсутствие значительного антропогенного воздействия на водоемы.

Эколого-географический анализ фитоперифитона показал, что структуру группировок определяют типичные прикрепленные формы. Большая вытянутость территории с юга на север обусловливает разное соотношение между бореальными, арктоальпийскими и широкораспространенными видами в альгофлоре отдельных рек.

Структура доминирующего комплекса достаточно постоянна и сформирована небольшим количеством видов. Эколого-географические спектры доминирующего комплекса несколько отличаются от рассчитанных для альгофлоры в целом: при сохранении структуры географического спектра отмечается увеличение доли евперифитонных и галофобных форм.

Таким образом, структура фитоперифитона, с одной стороны, отражает географическое положение водосборов исследованных рек, а с другой – зависит от высокодинамичных условий, характерных для малых рек.

Несмотря на заметные изменения в таксономическом составе, значения индексов разнообразия практически постоянны. Это свидетельствует о высокой степени развития альгоценозов перифитона в исследованных реках, обладающих жизненной активностью, саморегуляцией и относительной устойчивостью.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Биоразнообразие и динамика генофондов» № 01.2.006 08832.

Литература

Белякова Р. Н., Волошко Л. Н., Гаврилова О. В. и др. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2006. 367 с.

Власова Л. И., Кухарев В. И., Литвиненко А. В. и др. Гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая характеристика и оценка территории // Мат-лы инвентаризации природных комплексов и экологическая экспертиза национального парка «Койтайоки». Петрозаводск, 1997. С. 12–14.

Власова Л. И., Ильмаст Н. В., Карпечко В. А. и др. Флора и фауна водных экосистем // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск, 1998а.

Власова Л. И., Комулайнен С. Ф., Кухарев В. И. и др. Географическая, метеорологическая, гидрохимическая и гидробиологическая характеристика и оценка территории // Мат-лы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский». Петрозаводск, 1998б. С. 8–12.

Власова Л. И., Кухарев В. И., Литвиненко А. В. и др. Гидрологическая, гидрохимическая, гидробиологическая и ихтиологическая характеристика и оценка территории // Мат-лы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Тулос». Петрозаводск, 1998в. С. 8–12.

Гецен М. В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л., 1985. 165 с.

Горьковец В. Я., Раевская М. Б. Геологические особенности кристаллического фундамента в приграничной полосе Финляндии и Республики Карелия // Тр. КарНЦ РАН, 2009. № 2. С. 24–38.

Григорьев С. В. Водные ресурсы // Карельская АССР. М., 1956. С. 47–56.

Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева А. И. Реки и озера Советского Союза (Справочные данные). Л., 1971. 103 с.

Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.

Карпечко В. А. Гидрологическая изученность бассейна // Использование и охрана водных ресурсов бассейна Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 11–17.

Комулайнен С.Ф. Перифитон в реках Паанаярвского национального парка // Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 126–138.

Комулайнен С. Ф. Перифитон рек Ленинградской, Мурманской областей и Республики Карелия //Операт.- информ. мат-лы. Петрозаводск, 1996. 39 с.

Комулайнен С. Ф. Перифитон // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. Северное Приладожье. Петрозаводск, 2000. С. 313–318.

Комулайнен С. Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003а. 43с.

Комулайнен С. Ф. Перифитон // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003б. С. 178–188.

Комулайнен С. Ф. Фитоперифитон в некоторых реках северного побережья Ладожского озера // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. Тр. 4-го Междунар. ладожского симпозиума. Великий Новгород. 2–6 сентября 2002. СПб: АССПИН, 2003в. С. 112–116.

Комулайнен С. Ф. Фитоперифитон рек Республики Карелия // Ботан. журн. 2004а. Т. 89, № 3. С. 18–35.

Комулайнен С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2004б. 182 с.

Комулайнен С. Ф. Альгологические исследования в озерно-речных системах Севера европейской части России // Альгология. 2007а. Т. 17, № 2. С. 220–229.

Комулайнен С. Ф., Влияние ландшафта на особенности структуры фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии // Биология внутренних вод. 2007б. № 1. С. 55–60.

Комулайнен С. Ф. Дополнительные материалы к «Библиографии работ по водорослям Европейского Севера России» // Тр. КарНЦ РАН. 2011. № 1. Сер. Биогеография. Вып. 11. С. 97–103.

Комулайнен С. Ф., Антипина Г. С., Вислянская И. Г. и др. Библиография работ по водорослям Европейского Севера России (Республика Карелия, Мурманская область). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006а. 66 с.

Комулайнен С. Ф., Чекрыжева Т. А., Вислянская И. Г. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006б. 78 с.

Кудрявцева С. В. Качества поверхностных вод // Водное хозяйство Карельского Приладожья. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 22–26.

Куликова Т. П., Кухарев В. И., Рябинкин А. В., Чекрыжева Т. А. Гидробиологическая характеристика водных экосистем особо охраняемых природных территорий Республики Карелия // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 56–70.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Л.: Гидрометиздат, 1972. 525 с.

Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematophyceae, Zygnematales). СПб: Наука, 1998. 351 с.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. / Под ред. Н. Н. Филатова, Т. П. Куликовой, П. А. Лозовика. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. / Под ред. П. А. Лозовика. Т. П. Куликовой, Н. Н. Мартынова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 210 с.

Токарев П. Н. Разработка методики составления «Карты распределения болот Карелии» в системе регулярных квадратов 10 × 10 километров // Биоразнообразие, динамика и охрана болотных экосистем Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 132–134.

Чекрыжева Т. А., Комулайнен С. Ф. Альгофлора озер и рек Республики Карелия [Россия] // Альгология. 2010. Т. 20, № 3. С. 319–333.

Чернов В. К. Амфибиотическая зона в озерах // Науч. бюл. ЛГУ. 1946. № 10. С. 17–18.

Ширшов П. Н. Сравнительный очерк ценозов реофильных водорослей реки Туломы и некоторых других водоемов // Тр. БИН АН СССР. 1933. Сер. 2. Споровые раст. Вып. 1. С. 65–92.

Штина Э. А., Антипина Г. С., Козловская Л. С. Альгофлора болот Карелии и ее динамика под воздействием естественных и антропогенных факторов. Л., 1981. 269 с.

CEN – *Cometié Euroéen de Normalization*. Water quality. Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. CEN/TC 230/WG 2/TG 3/N94. 2005.

Johansson C. Attached algal vegetation in running waters of Jømtland, Sweden //Acta Phytogeogr. Suec. 1982. Vol. 71. P. 1–80.

Komulaynen S. Features of periphyton in some rivers of north-western Russia // Verh. Int. Ver. theor. und angew. Limnol. 2002a. Vol. 27, N 5. P. 3159–3161.

Komulaynen S. Use of periphyton for monitoring in rivers in Northwest Russia // J. of Applied Phicology. 2002b. N 14. P. 57–62.

Komulaynen S. Periphytic algal communities in some rivers of the northern coast of Lake Ladoga // Proceedings of the 5th International Lake Ladoga Symposium 2002. Joensuu: Publication of Karelian Institute, 2003. N 138. P.160–164.

Komulaynen S. Experience of using phytoperiphyton monitoring in urban watercourses // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2004. Vol. 33, N 1. P. 65–75.

Komulaynen S. The green algae as structural element of phytoperiphyton communities in streams of the Northwestern Russia // Biology. 2008. Vol. 63, N 6. P. 859–865.

Komulaynen S. Diatoms of Periphyton assemblages of Small Rivers in North-Western Russia // Stud. Trent. Sci. Nat. 2009. Vol. 84. P. 153–160.

Lindstrøm E.-A., Traaen T. S. Influence of current velocity on periphyton distribution and succession in a Norwegian soft water river // Verh. Int. Ver. theor. und angew. Limnol. 1984. Vol. 22, N 3. P. 1965–1972.

Prescott G. W. Ecology of freshwater algae in the Arctic // Recent Adv. Botany. Montreal. 1959. Vol. 1. P. 201–207.

Wetzel R. G. Periphyton measurements and applications // Wetzel R.G. (ed.)., Methods and measurements of periphyton communities: A review. Amer. Soc. Testing Materials. Philadelphia, 1979. P. 3–33.

Wetzel R. G. Opening remarks // Wetzel R.G. (ed.), Periphyton of freshwater ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, 1983a. P. 3–4.

Wetzel R. G. Recommendations for future research on periphyton // Wetzel R.G. (ed.)., Periphyton of freshwater ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, 1983b. P. 339–346.

Whitton B. A. Ecology of European rivers / Ed. Whitton B.A. NJ: Blackwell Sci. Publ., 1984. 630 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Комулайнен Сергей Федорович
ведущий научный сотрудник, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Komsf@mail.ru
тел.: (8142) 769810

Komulaynen, Sergey
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Komsf@mail.ru
tel.: (8142) 769810

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 48–55

УДК 581.9, 582.232, 582.33 (470.21)

НЕКОТОРЫЕ КЛЮЧЕВЫЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е. А. Боровичев[1, 2], В. А. Костина[1, 2], С. С. Шалыгин[1]

[1]Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН
[2]Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН

По результатам инвентаризации видового состава биоты Лапландского заповедника выделены две ключевые ботанические территории (КБТ): горный массив Сальные тундры и северная оконечность хребта Монче-тундра. Ботаническая ценность территорий определена по трем критериям: виды, внесенные в списки исчезающих и в Красные книги; видовое разнообразие растений и лишайников; разнообразие типов местообитаний. Выявленные ключевые территории полностью отвечают всем трем критериям и заслуживают включения в список КБТ европейского масштаба. Их необходимо учитывать при корректировке территории заповедника, планировании возможной рекреационной и хозяйственной деятельности. Уязвимость участков усугубляется их положением на периферии заповедника.

Ключевые слова: Лапландский заповедник, биота, ключевые ботанические территории, редкие виды.

E. A. Borovichev, V. A. Kostina, S. S. Schalygin. SOME IMPORTANT PLANT AREAS OF LAPLAND STRICT NATURE RESERVE (MURMANSK REGION)

Botanical investigations of the Lapland Reserve biota have resulted in delineation of two Important Plant Areas (IPA): Sal'nye Tundry Mountains and Rocks in the Vaikis Lake Valley. Botanical value of the areas was determined in terms of three criteria: red-listed plant species; diversity of plants and lichens; diversity of habitats. The areas identified satisfy all these criteria, and are recommended as IPA of the international level. These IPA are to be taken into account during revision of the Reserve territory and regime.

Key words: Lapland Strict Nature Reserve, biota, Important Plant Areas, rare species, distribution.

Введение

Лапландский государственный биосферный заповедник является восточным форпостом Зеленого пояса Фенноскандии [Титов и др., 2009]. Созданный в 1930 г. как резерват дикого северного оленя [Особо охраняемые.., 2003], заповедник с первых дней существования выполняет задачи по изучению и охране всего комплекса биоты репрезентативных участков северной тайги и горных тундр. К сожалению, история Лапландского заповедника содержит немало событий, имеющих печальные для природы последствия. Ликвидация в 1951–1956 гг. заповедного режима и организация двух лесоучастков привели к потере лучших сосновых массивов, а загрязнение атмосферы

выбросами комбината «Североникель» (город Мончегорск) вызвало усыхание лесов в восточной части территории. Вследствие этих причин в 1983 г. заповеднику был передан обширный участок девственных экосистем западнее прежних границ. Это позволило восстановить значение резервата как эталона Русской Лапландии [Особо охраняемые.., 2003].

Западная часть современной территории заповедника – горный массив Сальные тундры – удалена от зоны влияния промышленных выбросов и не подвергалась крупномасштабным антропогенным воздействиям. Отсутствие дорог обеспечило сохранность целостности естественных комплексов: деревья здесь достигают 500-летнего возраста. Столь ценный в экологическом отношении мало нарушенный участок природной растительности даже в условиях заповедного режима заслуживает особого внимания. Целесообразно выделить его как ключевую ботаническую территорию (КБТ) [Константинова и др., 2008].

Кроме того, актуальна задача сбережения разнообразия биоты участков заповедника, прилегающих к городу Мончегорску, особенно скальных массивов, привлекающих внимание «диких» альпинистов и туристов. Для растений скалы чаще всего являются экстремальными местообитаниями, поскольку здесь затруднено почвообразование, местами высок дефицит влаги и пр. Растительность разрежена, сильно фрагментирована, а популяции малочисленны. В целом же флористические комплексы достаточно своеобразны, а порой уникальны. Выделение участка скальных обнажений в качестве КБТ будет способствовать сохранению интереснейших объектов, сочетающих в своем составе как самые обычные для каменистых субстратов растения, так и чрезвычайно редкие. Примером подобных комплексов, по нашему мнению, являются скалы в долине оз. Вайкис (северо-западный макросклон горного массива Монче-тундра).

Материалы и методы

Основанием для предложений по выделению КБТ в пределах Лапландского заповедника послужили результаты многолетних полевых исследований авторов, анализ сборов, хранящихся в гербарии Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ) Кольского НЦ РАН (KPABG), и опубликованные данные [Берлина, 1997; Konstantinova, 2001; Костина, Берлина, 2001; Берлина и др., 2002; Бакалин, 2004; Андреева, 2005; Белкина, Лихачев, 2005].

Полевыми маршрутами были охвачены склоны и вершины гор Вуим, Коническая, Элгорас, Застейд-1 и 2, Леуней 752, Пусозеро и др., долины рек Вува, Конья, Печа и многих крупных ручьев (Суабвой, Леуней, Ватсуой, Чортуай и др.), долины озер Пусозеро, Релтъярш и некоторых других в границах горного массива Сальные тундры. Обстоятельно обследованы склоны г. Вайкисяврлаг, долины оз. Вайкис и одноименного ручья на территории Монче-тундры.

Сбор и идентификация образцов проводились по стандартным методикам. Сделаны краткие описания участков растительности и детально охарактеризованы местообитания видов. Координаты мест сбора определялись с помощью GPS. Названия видов печеночников приводятся в соответствии с последним списком печеночников России [Konstantinova et al., 2009], сосудистых растений – по списку С.К. Черепанова [1995], цианопрокариот – по работам J. Komárek и K. Anagnostidis [1998, 2005; Anagnostidis, Komárek, 1990].

Результаты и обсуждение

Ключевая ботаническая территория – природный или полуприродный участок, отличающийся высоким флористическим разнообразием и/или поддерживающий уникальное сообщество с большой ботанической ценностью [Андерсон, 2003; PlantLife.., 2004]. При выделении КБТ используются три основных критерия. Первый – нахождение на территории видов, внесенных в Красные книги различных рангов, второй – общее видовое богатство и третий – наличие местообитаний, находящихся под угрозой исчезновения. Для включения участка в перечень КБТ того или иного уровня достаточно, чтобы он удовлетворял одному критерию или любому их сочетанию [Андерсон, 2003]. Выделенные КБТ вносят в национальные, международные и глобальные природоохранные планы и схемы природопользования. Кроме того, они являются важным инструментом для проверки эффективности существующих особо охраняемых территорий, стратегий и планов сбережения биоразнообразия с точки зрения их вклада в сохранение растений [Ключевые ботанические.., 2009]. В Мурманской области предпринят опыт выделения КБТ и составлен список из 25 объектов, среди них – заповедная территория ПАБСИ, заказник Кутса, Турий мыс, низовья р. Поной, г. Ловна-тундра [Константинова и др., 2008].

Предлагаемые нами территории полностью отвечают всем трем критериям и заслуживают

включения в список КБТ европейского масштаба [Андерсон, 2003; Константинова и др., 2008].

Горный массив Сальные тундры

Общая характеристика участка. Это платообразный горный массив площадью 450 км^2 (рис. 1, 2). Наиболее высокие вершины – горы Вуим (942 м) и Элгорас (997 м), расположенные в южной части массива, обрываются цирками. Большая часть вершин хребтов выположена, скальные образования приурочены преимущественно к склонам, редко образуют гребневидные вершинные останцы. Массив сложен в основном гранулитами, габбро-норитами, габбро-анортозитами, щелочными гранитами, сиенитами, гнейсами, гранатово-полевошпатовыми амфиболитами. Лишь горы Застейд-1 и 2 состоят из ультраосновных пород – оливинов, перидотитов, пироксенитов [Геология СССР.., 1958].

В пределах гор и прилегающих равнин хорошо развита гидрографическая сеть, на юго-западе окраинные территории в значительной степени заболочены. Зональным типом растительности является северная тайга, представленная преимущественно еловыми, елово-березовыми лесами, реже сосновыми и березовыми насаждениями. Изредка к основным лесообразующим породам примешиваются *Populus tremula* L. и *Sorbus gorodkovii* Pojark., а в долинах рек – виды родов *Alnus* Mill. и *Salix* L. (древовидные формы). В горах четко прослеживается высотная поясность. Пояс редкостойных хвойных лесов на высоте 350–400 м сменяется березовым криволесьем, состоящим в основном из *Betula czerepanovii* Orlova. На высоте около 450 м начинается пояс горных тундр.

Особенности географического положения и геологического строения массива обусловили значительное разнообразие фитобиоты. В результате многолетнего обследования этого горного массива достаточно полно выявлена флора печеночников, мхов и сосудистых растений.

Ботаническая ценность территории

Критерий А: *виды, внесенные в списки исчезающих и Красные книги*

Среди сосудистых растений горного массива охраняются 43 вида с разными категориями редкости [Красная книга.., 2003], в том числе *Isoëtes lacustris* L., внесенный в федеральную Красную книгу [2008]. Следует отметить, что в границах Лапландского заповедника некоторые из растений региональной Красной книги [2003] известны только для Сальных тундр. Это *Castilleja lapponica* Gand., *Gentiana nivalis* L., *Ranunculus sulphureus* C.J. Phipps. Два вида, встречающиеся в массиве, еще отмечены в ограниченном числе местонахождений: *Alchemilla*

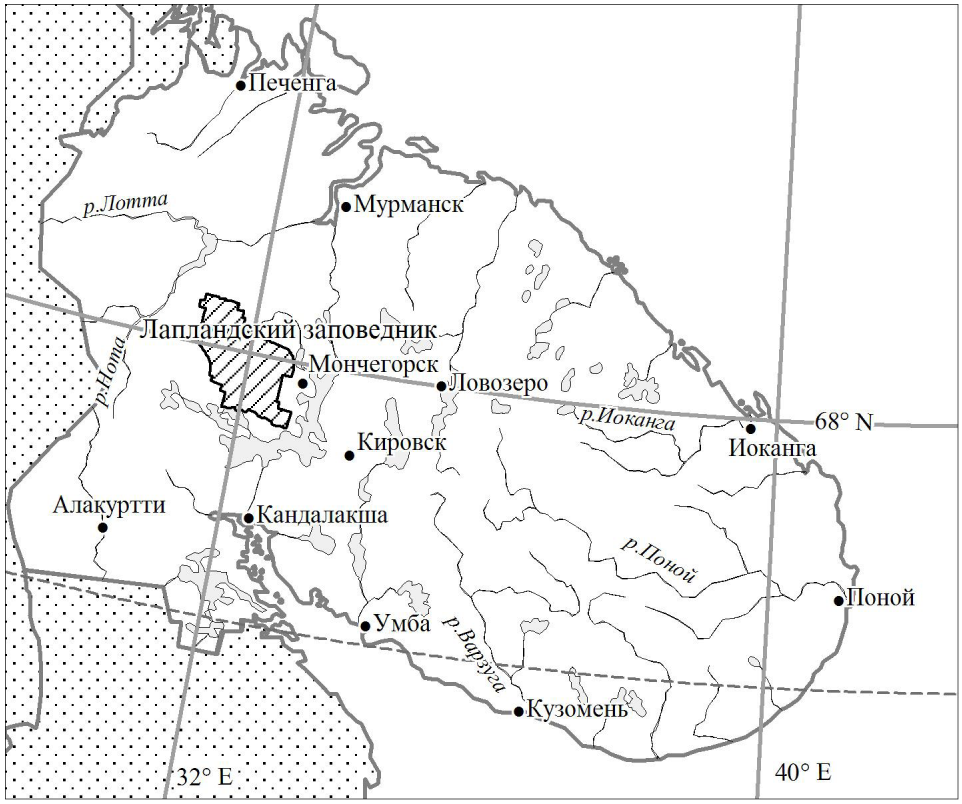


Рис. 1. Географическое положение Лапландского заповедника

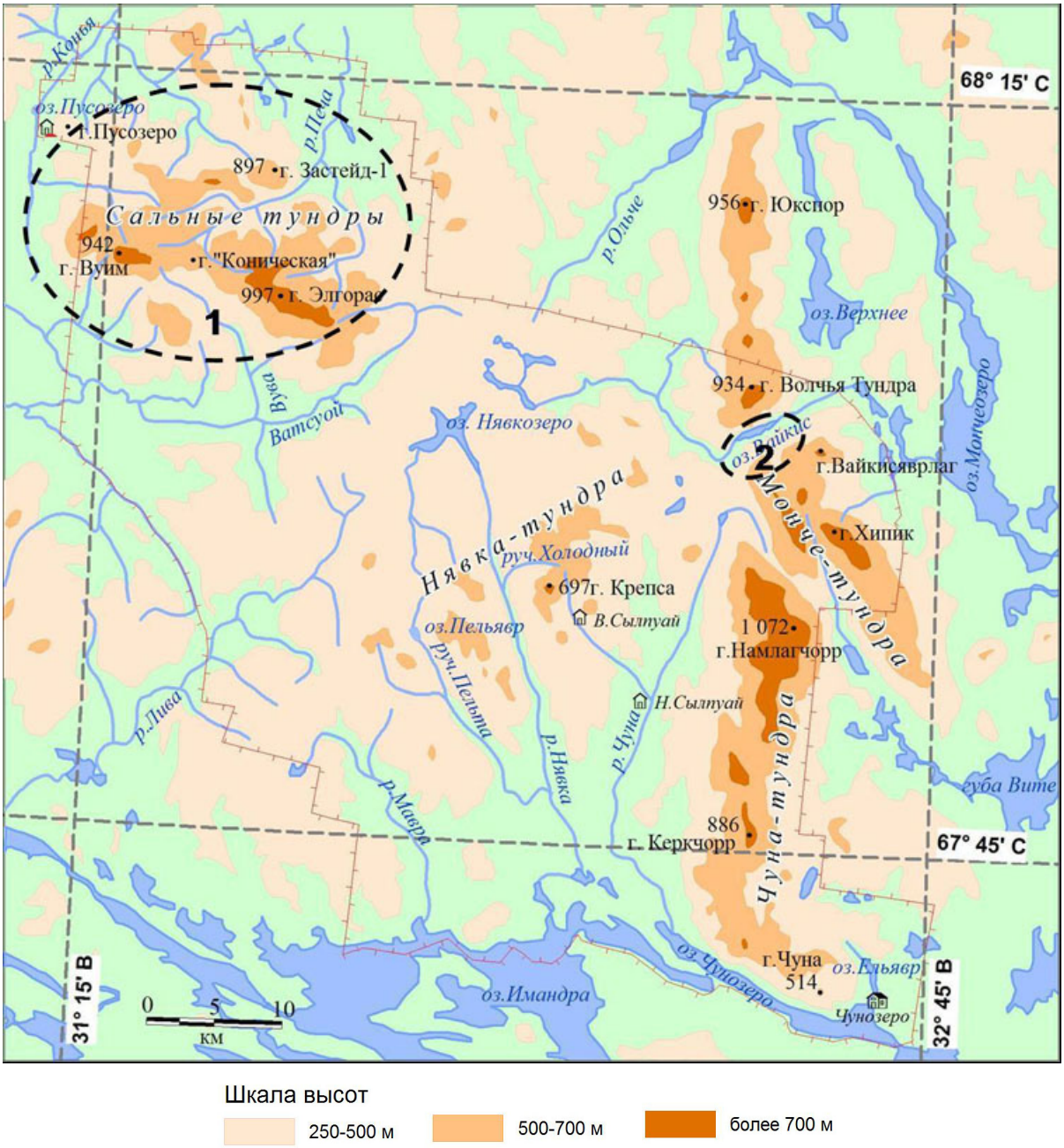


Рис. 2. Расположение выделенных КБТ на карте-схеме Лапландского заповедника. Цифрами указаны предлагаемые КБТ: 1 – горный массив Сальные тундры; 2 – скалы в долине оз. Вайкис

alpina L. и *Armeria scabra* Pall. ex Schult. [Берлина, 1997].

В Сальных тундрах выявлены 8 видов печеночников (*Anastrophyllum sphenoloboides* R.M. Schust., *Cephaloziella elachista* (J.B.J.B. Jack ex Gottsche et Rabenh.) Schiffn., *C. uncinata* R.M. Schust., *Lophozia ascendens* (Warnst.) R.M. Schust., *Mannia triandra* (Scop.) Grolle, *Nardia japonica* Steph., *Pseudolophozia debiliformis* (R.M. Schust. et Damsh.) Konstant. et Vilnet., *Scapania simmonsii* Bryhn et Kaal.), внесенных в Red Data Book of European Bryophytes [1995], причем *Mannia triandra* – новый для Фенноскандии вид [Боровичев, Андреева, 2009]. Восемнадцать видов включены в Красную книгу Мурманской области [2003]. Кроме того, здесь собраны 7 видов, которые были обнаружены в регионе лишь в последнее десятилетие, причем 3 вида (*Mannia triandra, Nowellia curvifolia* (Dicks.) Mitt., *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi.) пока известны в Мурманской области только с территории массива [Боровичев, 2009; Боровичев, Андреева, 2009].

Здесь зарегистрированы редкие и охраняемые [Красная книга.., 2003] виды мхов: *Andreaea blyttii* Schimp., *Rhabdoweisia fugax*

(Hedw.) Bruch et Schimp. in B.S.G. – категория редкости 2 (уязвимые), *Mnium hornum* Hedw., *Pohlia crudoides* (Sull. et Lesq.) Broth., *Polytrichum formosum* Hedw. – категория 3 (редкие), *Sphagnum flexuosum* Dozy et Molk. – подлежит бионадзору [Белкина, Лихачев, 2005].

Критерий B: видовое разнообразие растений и лишайников

На сравнительно небольшой территории массива на сегодняшний день зарегистрированы 323 вида сосудистых растений, 213 листостебельных мхов, 138 печеночников.

Сосудистые растения представлены 289 аборигенными видами и 34 адвентивными (10,5 % от общего числа), которые собраны лишь на кордонах по периферии Сальных тундр. Среди аборигенных растений преобладают лесные виды (179), достаточно широко распространенные. Многие из них, например, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Melampyrum pratense* L., *Salix caprea* L., *Trientalis europaea* L. и др., по долинам рек и ручьев проникают в горные тундры. Видов, приуроченных только к поясу березового криволесья, нет. Среди тундровых растений (55 видов), помимо обычных для всех гор заповедника *Carex bigelowii* Torr. ex Schwein., *Juncus trifidus* L., *Oxytropis sordida* (Willd.) Pers. и др., в Сальных тундрах встречается *Trisetum spicatum* (L.) K. Richt. Следует отметить, что по количеству видов (139) флора печеночников – одна из богатейших в области. Она занимает второе место после гепатикофлоры Хибинского горного массива – 147 видов [Белкина, Константинова, 1987; Константинова, 2001, 2005], но он почти в три раза превосходит Сальные тундры по площади (1330 км^2) и отличается характером геологического строения.

Критерий C: разнообразие типов местообитаний, включенных в перечень находящихся под угрозой [Андерсон, 2003]

Для массива характерны осыпи, каменистые россыпи, обнажения горных пород, каменистые скалы, обрывы, старовозрастные еловые леса.

Использование территории и угрозы. Горный массив Сальные тундры – самый западный форпост Лапландского заповедника. С двух сторон к нему прилегают автомобильные дороги, в нескольких километрах от границ находится база отдыха, совершаются полеты на мотодельтапланах над этой территорией.

Скалы в долине оз. Вайкис

Общая характеристика участка. Небольшая по площади территория на северо-восточном берегу оз. Вайкис (см. рис. 2). Данное урочище расположено на северо-западном макросклоне горного массива Монче-тундра. Для района характерны выходы базальных конгломератов – ультраосновных перидотитов, габбро-норитов и пироксенитов [Геология СССР.., 1958], что определяет значительное богатство и разнообразие растительных группировок. Участок включает лесные сообщества по берегу озера, долину ручья Вайкис от устья до места падения водопада на высоте около 340 м над уровнем моря, скальные обнажения юго-западной экспозиции на верхней границе пояса березового криволесья (на высоте около 370 м над уровнем моря), сообщества горных тундр и комплексное болото выше водопада.

Господствующим типом леса являются сосняки (кустарничково-лишайниковые и лишайниково-зеленомошные). По берегу озера развиты елово-березовые разнотравные сообщества, в долине ручья произрастают ивняки со значительной примесью *Betula nana* L. Тундровые ценозы занимают различные по высоте положения и варьируют от кустарничково-лишайниковых до заболоченных пушицево-осоковых моховых.

Ботаническая ценность территории

Критерий A: виды, внесенные в списки исчезающих и Красные книги

В растительных сообществах предлагаемой ключевой территории выявлены 22 вида сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Мурманской области [2003]. Один вид – *Arnica fennoscandica* Jurtz. et Korobkov – имеет категорию находящегося под угрозой исчезновения, он включен также в Красную книгу Российской Федерации [2008]. *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Potentilla kuznetzowii* (Govor.) Juz. и *Woodsia glabella* R. Br. являются редкими видами (категория 3). Остальные нуждаются в особом внимании к состоянию их популяций. Следует отметить, что обитающие на скалах *Arnica alpina* и *Potentilla kuznetzowii* впервые собраны в Лапландском заповеднике. Кроме того, здесь же в скальной трещине произрастает мелкий папоротник *Asplenium trichomanes* L. – новый для аборигенной флоры области вид. Его местонахождение в долине оз. Вайкис значительно оторвано от основного района распространения вида в Восточной Фенноскандии. Северная граница ареала проходит примерно по 65 параллели [Retkeilykasvio, 1998; Кравченко, 2007].

На скальных стенках обнаружены редкие виды печеночников *Athalamia hyalina* (Sommerf.) S. Hatt., *Mannia pilosa* (Hornem.) Frye et L. Clark, *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff., *Radula*

lindenbergiana Gottsche ex C. Hartm., *Scapania cuspiduligera* (Nees) Müll.Frib, внесенные в Красную книгу Мурманской области [2003] с категорией 3 – редкий вид. Кроме перечисленных новых для заповедника, выявлены печеночники, местонахождения которых представлены всего одной или несколькими точками в области – *Arnellia fennica* (Gottsche) Lindb., *Peltolepis quadrata* (Saut.) Müll. Frib., *Scapania crassiretis* Bryhn., *S. spitsbergensis* (Lindb.) Müll. Frib, включенные в региональную Красную книгу [2003]. На комплексном болоте выше водопада Вайкис собран новый для Лапландского заповедника печеночник *Cephalozia connivens* (Dicks.) Lindb., охраняемый в Мурманской области [Красная книга.., 2003]. Вопрос о редкости цианопрокариот весьма неоднозначен, и категории редкости не являются общепринятыми. В данной работе к редким видам синезеленых водорослей отнесены новые для альгофлоры Мурманской области и России таксоны: *Chroococcus tenax* (Kirchn.) Hieron., *C. varius* A. Braun, *Gloeocapsa bituminosa* (Bory) Kütz., *G. violascea* (Corda) Rabenh., *Gloeothece fusco-lutea* Näg., *G. palea* (Kütz.) Rabenh., *Leptolyngbya compacta* (Kütz) Kom., *Pseudanabaena minima* (G. S. An) Anagn., *Schizothrix cuspidata* (W. West et G. S. West) W. West et G. S. West.

Предлагаемый участок характеризуется уникальным набором лишайников и лихенофильных грибов. Здесь выявлен 51 таксон, ранее не известный в Мурманской области [Урбанавичюс, Урбанавичене, 2008].

Критерий B: видовое разнообразие растений и лишайников

Скалы сложены кальцийсодержащими породами, что способствует формированию специфических растительных группировок. Помимо редких, а также специализированных кальцефильных растений и лишайников, обычны такие широкораспространенные сосудистые растения, как *Campanula rotundifolia* L., *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, *Trollius europaeus* L. и др., печеночники *Anthelia juratzkana* (Limpr.) Trevis, *Pseudolophozia sudetica* (Nees ex Huebener) Konstant. et Vilnet, *Preissia quadrata* (Scop.) Nees, *Leiocolea gillmanii* (Austin) A. Evans и др., цианопрокариоты *Gloeocapsopsis magma* (Breb.) Komarek et Anagn, *Nostoc commune* Vauch. ex Born. et Flah., *Stigonema ocellatum* Lyngb. ex Born. et Flah. и др. Кроме «краснокнижных» видов, из числа сосудистых растений довольно редкими являются *Lonicera subarctica* Pojark (в заповеднике вид известен только на севере территории), *Thalictrum alpinum* L. Среди печеночников следует отметить находку *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb., которая стала второй в области. Ранее этот вид был обнаружен на территории горного массива Сальные тундры [Константинова, Боровичев, 2006]. Из числа цианопрокариот необходимо назвать *Gloeocapsopsis pleurocapsoides* (Nováček) Komarek et Anagn., находка которого является второй в России и первой в природных условиях, поскольку ранее вид приводился с территории города Апатиты [Давыдов, 2009].

Критерий C: разнообразие типов местообитаний, включенных в перечень находящихся под угрозой [Андерсон, 2003]

В долине оз. Вайкис отмечены осыпи, каменистые россыпи, обнажения горных пород, обрывы, каменистые скалы с обширными выходами кальцийсодержащих пород. Особого внимания на данном участке заслуживают скалы. На узких карнизах и в расщелинах в экстремальных условиях (скелетные почвы, резкие колебания температуры, влажности и пр.) сформировались уникальные в масштабах Мурманской области группировки с наличием редких видов сосудистых растений, печеночников и цианопрокариот.

Использование территории и угрозы. Современные условия не благоприятствуют процветанию этих видов, особенно сосудистых растений, популяции слагающих их видов малочисленны и разобщены, поэтому крайне уязвимы. Кроме того, водопад Вайкис привлекает внимание туристов и альпинистов. Значительная рекреационная нагрузка разрушает скальные флористические комплексы и снижает возможность благополучного развития популяций растений, цианопрокариот и лишайников, произрастающих здесь.

Заключение

Наиболее действенный способ сохранения редких растений – поддержание их природных популяций. Выделение массива Сальные тундры и урочища долины оз. Вайкис в разряд ключевых ботанических территорий позволит надеяться на длительное существование естественных биоценозов без катастрофических вмешательств. Кроме того, выявленные ключевые территории с большой концентрацией редких и созологически значимых видов необходимо учитывать при корректировке и оптимизации территории заповедника, а также при планировании в нем возможной рекреационной и хозяйственной деятельности, особенно принимая во внимание тот факт, что оба участка находятся на периферии заповедника и в целом являются более уязвимыми.

Благодарим А.Н. Савченко за изготовление карт исследованной территории и администрацию Лапландского заповедника за всевозможную поддержку, оказанную при проведении работ. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты № 09-04-00281, 09-04-10078, 10-04-01446 и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Литература

Андерсон Ш. Идентификация ключевых ботанических территорий: Руководство по выбору участков в Европе и основа развития этих правил для всего мира. М.: изд-во Представительства Всемирного союза охраны природы (IUSN) для России и стран СНГ, 2003. 39 с.

Андреева Е. Н. Структура мохового покрова в условиях атмосферного загрязнения // Проблемы экологии растительных сообществ. СПб: изд-во ВВМ, 2005. С. 105–129.

Бакалин В. А. Печеночники Лапландского биосферного заповедника // Константинова Н.А. Печеночники и антоцеротовые заповедников России: Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып. 3. Лишайники и мохообразные. М.: Комиссия РАН по сохранению биоразнообразия, 2004. С. 236–273.

Белкина О. А., Константинова Н. А. Мохообразные Хибино-Ловозерского флористического района. Апатиты, 1987. 46с.

Белкина О. А., Лихачев А. Ю. Флора листостебельных мхов Сальных тундр (Мурманская область) // Arctoa. 2005. Т. 14. С. 49–62.

Берлина Н. Г. Сосудистые растения Лапландского заповедника (аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. М.: Комиссия РАН по заповедному делу, 1997. Вып. 64. 60 с.

Берлина Н. Г., Костина В. А., Кучеров И. Б., Чепинога В. В. Новые дополнения к флоре Лапландского биосферного заповедника (Мурманская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2002. Т. 107. Вып. 6. С. 57–59.

Боровичев Е. А. Дополнение к флоре печеночников Лапландского заповедника (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. СПб, 2009. Т. 43. С. 313–321.

Боровичев Е. А., Андреева Е. Н. Новые находки печеночников в Мурманской области. 2 // Arctoa. 2009. Т. 18. С. 249–250.

Геология СССР. Т. XXVII. Мурманская область. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Наука, 1958. 714 с.

Давыдов Д. А. Аннотированный список цианопрокариот Мурманской области. I. Chroococcales // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 50–62.

Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения / Под общей ред. И. Э. Смелянского, Г. А. Пронькиной. Новосибирск: Гео, 2009. 260 с.

Константинова Н. А. Аннотированный список печеночников (Hepaticae) // Мохообразные и сосудистые растения территории Полярно-альпийского ботанического сада (Хибинские горы, Кольский полуостров). Апатиты, 2001. С. 15–33.

Константинова Н. А. Дополнение к флоре печеночников Хибин (Мурманская область) // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия растительного и животного мира Северной Фенноскандии и сопредельных территорий / Докл. Междунар. конф. М., 2005. С. 14–18.

Константинова Н. А., Боровичев Е. А. К флоре печеночников (Hepaticae) Мурманской области // Ботан. журн. 2006. Т. 91, № 2. С. 322–328.

Константинова Н. А., Костина В. А., Королева Н. Е. и др. Ключевые ботанические территории Мурманской области и подходы к их выделению // Информационная система КНЦ РАН. 2008. URL: http://www.kolasc.net.ru/russian/sever07/sever07_3.pdf

Костина В. А., Берлина Н. Г. Очерк флоры Лапландского государственного биосферного заповедника (Мурманская область) // Ботан. журн. 2001. Т. 86, № 12. С. 322–328.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 403 с.

Красная книга Мурманской области. Мурманск: книжное изд-во, 2003. 400 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Особо охраняемые природные территории Мурманской области (Справочное пособие). Мурманск; Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2003. 72 с.

Титов А. Ф., Буторин А. А., Громцев А. Н. и др. Зеленый пояс Фенноскандии: состояние и перспективы развития // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 3–11.

Урбанавичюс Г. П., Урбанавичене И. Н. Новые и редкие для Мурманской области виды лишайников и лихенофильных грибов из Лапландского заповедника // Новости систематики низших растений. 2008. Т. 42. С. 189–197.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья, 1995. 990 с.

Anagnostidis K., Komárek J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5 - Stigonematales // Arch. Hydrobiol. 1990. Suppl. 86. H. 1. (Alg. Stud. 59). P. 1–73.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. I. Chroococcales // Ettl H., Gartner G., Heynig H., Mollenhauer D. (eds.). Süsswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19 (1). Jena; Stuttgart; Lübek; Ulm: Gustav Fischer, 1998. 548 p.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales // Büdel B., Gärtner G., Krieniz L., Schagerl M. (eds.). Süsswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19 (2). Jena; Stuttgart; Lübek; Ulm: Gustav Fischer, 2005. 759 p.

Konstantinova N. A. Hepatics in State Nature Reserves of European part of Russia // Novit. Bot. Univ. Carol., Praha, 2001. Vol. 15. P. 77–93.

Konstantinova N. A., Bakalin V. A., Andreeva E. N. et al. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // Arctoa. 2009. Vol. 18. P. 1–63.

PlantLife Identifying and protecting the world's most important plant Salisbury areas. Plantlife International, 2004. [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://web.uct.ac.za/deps/pbl/jgibson/zm/legis/ec/haban2.htm

Red Data Book of European Bryophytes. Trondheim, 1995. 290 p.

Retkeilykasvio. Helsinki: Kasvimuseo, 1998. 656 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Боровичев Евгений Александрович
инженер
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН
Кировск, Мурманская область, Россия, 184256
эл. почта: borovichev@yandex.ru
тел.: (81531) 52742

Костина Валентина Андреевна
научный сотрудник
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН
Кировск, Мурманская область, Россия, 184256
эл. почта: borovichev@yandex.ru
тел.: (81531) 52742

Шалыгин Сергей Сергеевич
инженер
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН
Кировск, Мурманская область, Россия, 184256
эл. почта: nq.87@mail.ru

Borovichev, Evgueniy
Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
184256 Kirovsk, Murmansk Region, Russia
e-mail: borovichev@yandex.ru
tel.: (81531) 52742

Kostina, Valentina
Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
184256, Kirovsk, Murmansk Region, Russia
e-mail: borovichev@yandex.ru
tel.: (81531) 52742

Shalygin, Sergey
Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
184256, Kirovsk, Murmansk Region, Russia
e-mail: nq.87@mail.ru

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 56–75

*УДК630*182.22:[581.9+591.9+551.438.222](1–924.14/.16)*

ОСОБЕННОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А. Н. Громцев[1], В. В. Белкин[2], П. И. Данилов[2], В. И. Крутов[1], О. Л. Кузнецов[2], А. В. Руоколайнен[1], О. О. Предтеченская[1], А. В. Кравченко[1], С. В. Сазонов[1], К. Ф. Тирронен[2], Д. В. Панченко[2], А. В. Полевой[1], М. А. Фадеева[1], А. Э. Хумала[1]

[1] *Институт леса Карельского научного центра РАН*
[2] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*

Даны комплексная характеристика и экологическая оценка центральной части Западно-Карельской возвышенности. Этот район с сопредельными действующими и планируемыми ООПТ представляет собой ключевую часть Зеленого пояса Фенноскандии. Он находится в пределах самого типичного фенноскандинавского северотаежного ландшафта. Здесь сохранился крупнейший на западе Евразии массив коренной тайги, со всех сторон окруженный лесами на разных стадиях антропогенных сукцессий (после сплошных рубок). Подробно рассмотрены физико-географические особенности территории, состояние флоры и фауны, в том числе с элементами оценки их изменений в связи с антропогенным воздействием. В итоге обосновывается целесообразность создания здесь природоохранных объектов с учетом формирующейся системы ООПТ как Зеленого пояса Фенноскандии, так и Карелии в целом. Показаны перспективы использования исследованного района в качестве полигона для ландшафтно-экологического планирования многоцелевого природопользования.

Ключевые слова: Зеленый пояс Фенноскандии, ландшафты, болота, флора, фауна, ООПТ.

A. N. Gromtsev, V. V. Belkin, P. I. Danilov, V. I. Krutov, O. L. Kuznetsov, A. V. Ruokolainen, O. O. Predtechenskaya, A. V. Kravchenko, S. V. Sazonov, K. F. Tirronen, D. V. Panchenko, A. V. Polevoi, M. A. Fadeeva, A. E. Humala. CHARACTERISTICS AND ECOLOGICAL ASSESSMENT OF NATURAL COMPLEXES IN THE CENTRAL PART OF THE WEST-KARELIAN UPLAND

Comprehensive description and ecological assessment of the central part of the West-Karelian upland is provided. This area, together with adjacent operating and planned PAs, is the core of the Green Belt of Fennoscandia. It is situated within the most typical Fennoscandian north-taiga landscape. The largest in western Eurasia continent of pristine taiga has survived there, surrounded on all sides by forests at various stages of anthropogenic succession (after clear-cutting). The physiographic features of the territory, state of its flora and fauna are considered in detail, and changes in them induced by human impact are partially assessed. Eventually, we substantiate foundation of nature reserves in the area with regard to the developing PA system of the Green Belt of Fennoscandia and Karelia in general. Arguments are given for utilization of the area as a polygon for ecological landscape planning of multipurpose nature use.

Key words: Green Belt of Fennoscandia, landscapes, wetlands, flora, fauna, PAs.

Введение

В 2009 г. КарНЦ РАН продолжил работы в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России». Объектом исследований стали природные комплексы Зеленого пояса Фенноскандии (далее – ЗПФ) в центральной части *Западно-Карельской возвышенности* (ЗКВ). Обследуемая территория (ОТ) была намечена в полосе шириной приблизительно до 50 км вдоль российско-финляндской границы (рис.1). К началу работ было известно, что здесь сохранился крупный массив коренных лесов на площади порядка 50 тыс. га (материалы о лесах изложены в ст. А. Н. Громцева и др. данного выпуска «Трудов…»), однако комплексное обследование и междисциплинарная оценка этого природного объекта, в том числе на фоне ЗПФ, до настоящего времени не проводились. Весьма важным обстоятельством являлось и то, что по его периферии на обширных площадях представлен широкий спектр лесных сообществ на разных стадиях антропогенных сукцессий. В совокупности это практически идеальная модельная территория (полигон), на которой можно выявлять последствия трансформации таежных экосистем в самых различных аспектах, в том числе в отношении флоры и фауны, после широкомасштабных сплошных рубок. Более того, в научном плане это сравнение очень корректно. Во-первых, оно осуществляется в пределах одного типа географического ландшафта. Во-вторых, сравниваются конкретные природные объекты – коренные и производные лесные сообщества (на разных стадиях естественного восстановления) по принципу «что было и что стало».

Материалы и методы

Для выявления ландшафтных особенностей ОТ проведены маршрутные обследования территории и заложены три профиля общей протяженностью почти 9,5 км. Трансекты прокладывались в соответствии с особенностями рельефа, заболоченности и др. Все они лежат в пределах отметок 215–280 м н.у.м. Описание профилей проводилось по методике, подробно изложенной в наших публикациях [Волков и др.,1995; Громцев, 2000, 2008 и др.]. При характеристике ландшафта широко использовались фондовые материалы. Структура растительного покрова и типология болотных экосистем выявлены по данным дешифровки аэрофото- и космических снимков, а также анализа ряда фондовых материалов. При интерпретации состава растительных сообществ, генезиса и стратиграфии болот использованы обширные данные по смежным территориям – государственный природный заповедник (ГПЗ) «Костомукшский», национальный парк (НП) «Калевальский», планируемый ландшафтный заказник (ЛЗ) «Тулос». Флора сосудистых растений изучалась методом конкретных (локальных) флор [Толмачев, 1974]. Географическая структура анализировалась методом биогеографических координат [Юрцев, 1968]. При исследовании лишайников однодневными маршрутами была покрыта территория порядка 25 кв. км. Во всех лесных и болотных фитоценозах, на всех субстратах собирали или отмечали лишайники, особо уделяя внимание индикаторным видам. Гербарий (порядка 300 образцов) хранится в Карельском НЦ РАН (PTZ), несколько дублетов передано в Университет г. Хельсинки (H). Авторы благодарны Орво Витикайнену (Университет г. Хельсинки) за определение образца *Nephroma parile***.** Исследован видовой состав афиллофоровых (дереворазрушающих) и агариковых (включая порядки агариковых, болетовых и руссуляльных) грибов. Рассматривались представители, относящиеся по трофической принадлежности как к сапротрофам (ксилосапротрофы, подстилочные, гумусовые и т.п.), так и к микоризообразователям и паразитам. Видовой состав макромицетов выявлялся маршрутным методом и на ландшафтных профилях. Количественные учеты птиц велись на маршрутах по общепринятой методике с применением дифференцированных полос обнаружения отдельных видов [Сазонов, 2004]. Всего с учетами пройдено 35 км трансектов. Материалы по млекопитающим основаны на результатах зимних маршрутных учетов охотничьих животных (2005–2009 гг., 2421 км), специальных учетов полуводных животных (американская норка, выдра, канадский бобр) и бурого медведя (на площади 10 тыс. га). Использованы опросные и анкетные сведения специалистов охотничьего и лесного хозяйства. При сборах насекомых применялись традиционные методы (кошение энтомологическим сачком, обследование древесных стволов и грибов, ловушки Малеза и др.). Обычные виды насекомых отмечались визуально. Всего было собрано и отмечено около 1,5 тыс. экземпляров насекомых.

Результаты и обсуждение

Общие физико-географические и ландшафтные особенности территории. С севера и востока пределы ЗКВ в целом совпадают с Беломорско-Балтийским водоразделом,

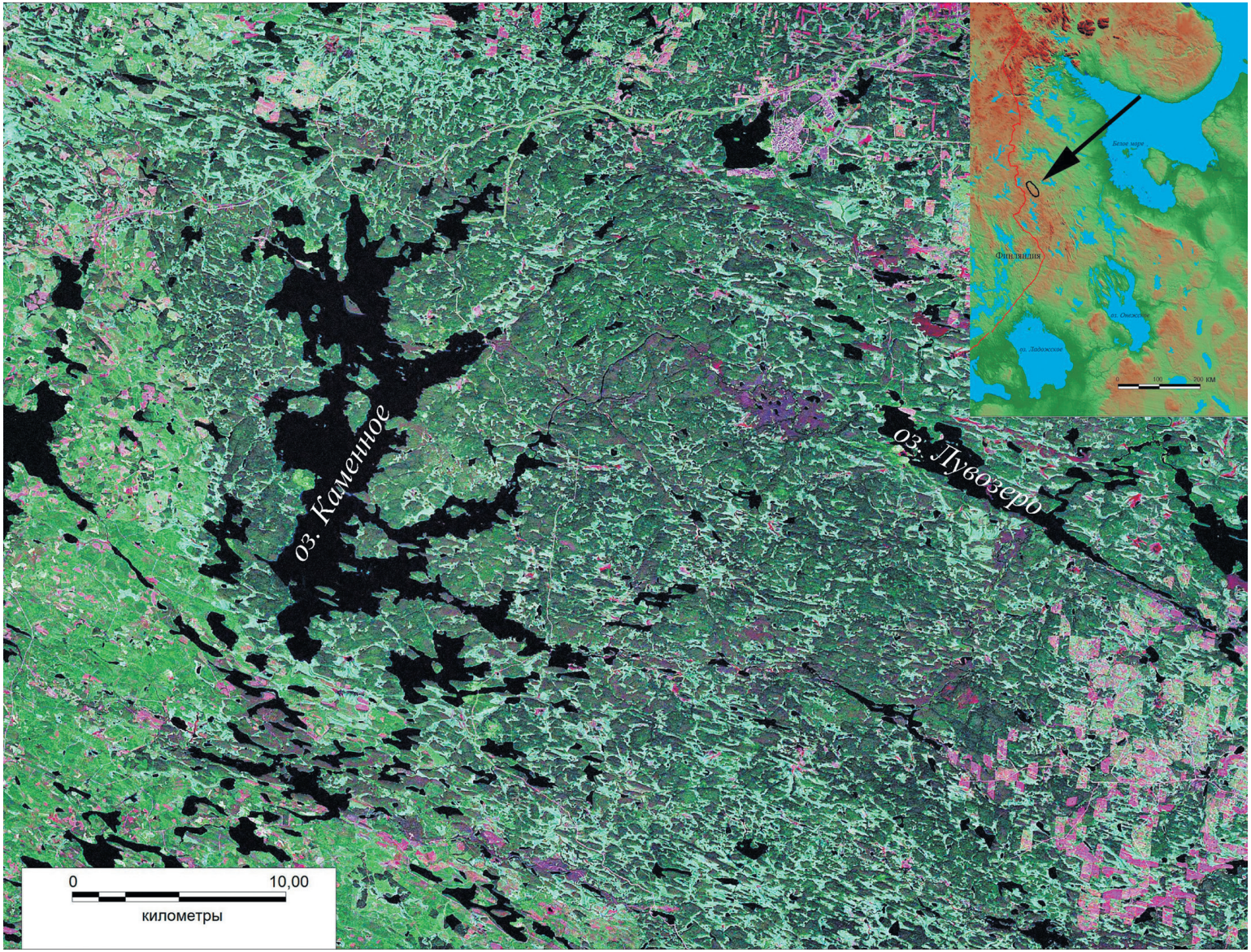


Рис. 1. Географическое положение ОТ (справа вверху). Фоновый рисунок – фрагмент космического снимка Geocover

Темно-зеленый цвет – коренные высокополнотные леса, красный – необлесившиеся вырубки, различные оттенки светло-зеленого – производные леса разного возраста и открытые болота

а с юга – с экотоном между средне- и северотаежными подзонами. Центральная часть возвышенности (в примерном контуре ОТ) в меридиональном направлении простирается к северу и югу от 64^0 с.ш. (между оз. Ровкульское и Лувозеро) – в пределах 30 и 32^0 в.д. (между государственной границей и оз. Тикшезеро, см. рис. 1).

Западно-Карельская возвышенность является отрогом водораздельного хребта Маанселькя. Ее поверхность разбита на отдельные крупные и средние блоки, которые представляют собой цепи гряд преимущественно северо-западной ориентации. Почти в этом же направлении располагаются озы различной величины. Кристаллические холмы и гряды разделены разными по площади понижениями с котловинами озер и болотами. Обычно отметки возвышенных форм рельефа находятся в пределах 200–300 м н.у.м. (самая высокая – 289 м). Мощность моренных, главным образом супесчаных, отложений в среднем варьирует от 3 до 10 м. Климатические условия наиболее типичны для северотаежной подзоны Карелии. Здесь находятся истоки двух крупных рек – Кеми и Суны.

На ОТ доминирует денудационно-тектонический холмисто-грядовый с комплексами ледниковых и водно-ледниковых образований среднезаболоченный ландшафт с преобладанием сосновых местообитаний. В меридиональном направлении он широким фронтом простирается от побережья Ладожского озера до границы Республики Карелия и Мурманской области и далее на север. Это самый типичный ландшафт в северотаежной подзоне Восточной Фенноскандии, в том числе Финляндии. Он вместе с аналогичными (но сильнозаболоченными) занимает до 2/3 площади северотаежной подзоны Карелии. Его подробная комплексная характеристика, в том числе на уровне местности (наиболее крупной морфологической части ландшафта), приведена в наших публикациях [Волков и др., 1995; Громцев, 2000, 2008 и др]. К общим чертам ландшафта северотаежной подзоны, в том числе в пределах ОТ, относятся следующие:

- выраженный холмисто-грядовый характер рельефа, определяемый неровностями кристаллического фундамента;
- доминирование супесчано-песчаных рыхлых отложений и формирующихся на них завалуненных подзолов;
- сравнительно высокая плотность водотоков (> 3 км/1000 га) и большая длина береговой линии озер (> 4 км/1000 га);
- средняя степень (20–50 %) заболоченности территории (включая открытые болота и заболоченные леса);
- ярко выраженное доминирование сосновых местообитаний.

На субландшафтном уровне выделяются две фоновые (доминирующие) местности с ярко выраженным (не менее чем на 70 % лесной площади) преобладанием сосновых местообитаний: 1) холмисто-грядовые среднезаболоченные крупных и средних денудационно-тектонических возвышенностей; 2) мелкогрядово-холмистые сильнозаболоченные депрессии кристаллического фундамента. На этом фоне обычны сравнительно небольшие по площади мелкогрядово-холмистые водно-ледниковые слабозаболоченные местности с абсолютным (на > 90 % лесной площади) преобладанием сосновых местообитаний. В центральной части ЗКВ указанные ландшафтные особенности территории проявляются очень четко.

С природоохранной точки зрения это один из самых «защищенных» на западных рубежах России типов ландшафта. В этом отношении он первый в пределах ЗПФ. Сохранен в НП «Калевальский», ГПЗ «Костомукшский», ЛЗ «Войница», «Подкова», «Юдальский», «Толвоярви», а также планируется к охране в пределах ЛЗ «Тулос» и памятника природы (Ппр) «Куми-порог» (с подготовленными обоснованиями). Общая площадь указанных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – до 200 тыс.га. Очевидно, что с точки зрения обеспечения ландшафтной репрезентативности системы ООПТ создание в этой части Карелии значительного по площади природоохранного объекта вряд ли нецелесообразно.

Данное утверждение еще более очевидно в связи с тем, что на стадии планирования и согласования только в Карелии находятся другие – в ландшафтном, рекреационном и биологическом отношении – более ценные крупные ООПТ. Это следующие объекты (в скобках указано краткое название ландшафта): 1) НП «Ладожские шхеры» (среднетаежный приозерный скальный), 2) ЛЗ «Гридино» (северотаежный приморский скальный), 3) ЛЗ «Заонежье» (среднетаежный приозерный сельговый), а также небольшие по площади – Ппр «Гора Воттоваара» (с самыми южными в европейской части России лесотундрами) и мн. др. (всего до 250 тыс.га). Здесь следует принимать во внимание и социально-экономические аспекты организации столь обширных ООПТ в связи с изъятием из освоения лесных, минеральных, аграрных и других ресурсов. Таким образом, на ОТ оптимальным представляется обоснование и организация небольших по площади ЛЗ и Ппр как частей ЗПФ с наиболее ценными объектами

(крупными озами, глубокими тектоническими разломами, привлекательными в рекреационном отношении побережьями озер и т.п.).

Болота. На ОТ широко представлены болота нескольких типов, которые приурочены к межгрядовым понижениям (депрессиям), повторяют их форму и соединяются между собой, образуя сложные болотные системы. Они включают в свои границы маленькие зарастающие озера (ламбы), минеральные острова с заболачивающимися лесами, участки болотных и заболоченных хвойных лесов. Такие болотные системы тянутся на многие километры. При этом площадь отдельных массивов, занимающих самостоятельные котловины и где началось их развитие, составляет от нескольких до 100–200 га. Ширина болотных массивов обычно не превышает одного километра, а в основном даже меньше. Развитие болот в этом районе началось около 9500 л.н., вскоре после отступления Валдайского ледника [Елина, 1981; Елина и др., 2000]. Многие депрессии были заняты остаточными послеледниковыми водоемами, поэтому в них сначала происходило накопление сапропелей, а после их обмеления и зарастания – отложение торфов и болотная стадия развития. Болота такого генезиса, а также приозерные (вокруг небольших озер или в их заливах) иногда имеют мощность озерно-болотных отложений до 6–8 м, из них на некоторых 3–4 м сложены сапропелем. В неглубоких депрессиях и у подножий склонов кристаллических гряд и озов с выклиниванием грунтовых вод заболачивание начиналось с травяных, травяно-моховых и древесно-травяных мезотрофных сообществ. Об этом свидетельствует стратиграфия торфяных залежей болот этого района [Елина, Кузнецов, 1977; Кузнецов и др., 1978; Kolomytsev, Kuznetsov, 1997; Kuznetsov et al., 1996, 2000 и др.].

На ОТ представлены кислые архейские коренные породы и бедные песчаные и супесчаные завалуненные морены, что обусловливает низкую минерализацию грунтовых вод, поступающих на болота из коренных берегов. В связи с этим здесь преобладают болотные массивы мезотрофного и мезоолиготрофного типов питания, снабжающиеся мягкими грунтовыми водами в сочетании с атмосферными осадками. Причем развитие большинства этих болот началось с мезотрофной стадии, представленной переходными торфами с высокой кислотностью и низким содержанием питательных элементов. Тонкие слои низинных торфов (согласно официальной ботанической классификации) встречаются на дне болот в местах выходов напорных грунтовых вод, однако и они довольно кислые, часто ожелезнены и по агрохимическим показателям являются переходными. Болота, поверхность которых в процессе развития и торфонакопления вышла из-под влияния горизонта грунтовых вод, перешли в олиготрофную (верховую) стадию развития. Они приурочены к небольшим неглубоким депрессиям, подножиям склонов, верховая стадия на них имеет различный возраст – от 6–7 до 2–3 тыс. лет.

Растительный покров болотных массивов и систем довольно мозаичный. Это обусловлено морфогенетическими и гидрографическими особенностями территории: значительными уклонами, подъемами минерального дна, выклиниваниями грунтовых вод из минеральных берегов и формированием от них небольших проточных топей, наличием зарастающих ламб. Все это приводит к небольшим размерам болотных участков (фаций) и растительных сообществ, их слагающих, и часто к контрастным сменам их типов в зависимости от степени проточности и увлажнения. В целом же на этих болотах в центральных открытых частях преобладают травяно-сфагновые мезотрофные и олиготрофные (осоково-сфагновые, пушицево-сфагновые, пухоносово-сфагновые и шейхцериево-сфагновые) сообщества. В их составе из осок чаще всего доминируют *Carex rostrata, C. limosa, C. lasiocarpa,* а также *Eriophorum vaginatum, Trichophorum cespitosum, Scheuchzeria palustris.* Моховой покров образован *Sphagnum fallax, S. angustifolium, S. papillosum, S. balticum, S. jensenii, S. majus, S. lindbergii, S. pulchrum.* Это самые распространенные сфагновые сообщества северотаежной подзоны Восточной Фенноскандии. Только сообщества со *Sphagnum pulchrum* находятся на ЗКВ вблизи восточной границы ареала, но и здесь они представлены довольно часто [Кузнецов, 2005]. Травяно-сфагновые сообщества как занимают целые ровные участки (простые фации), так и входят в состав различных кочково-равнинных, кочково-топяных и грядово-мочажинных комплексов. В таких комплексах повышения микрорельефа заняты кустарничково-сфагновыми сообществами, зачастую с обилием пушицы, морошки, моховой покров которых образован *Sphagnum fuscum, S. angustifolium, S. magellanicum.* В узких проточных топях встречаются небольшие пятна осоково-вахтовых сообществ с несомкнутым моховым покровом. Близкие по составу осоковые сообщества приурочены к берегам небольших озер и ручьев. Болотные массивы, основная площадь которых занята преимущественно такими сообществами и комплексами, относятся к типу мезотрофных и мезоолиготрофных травяно-сфагновых. При этом на их окрайках почти всегда представлена полоса

олиготрофных сосново-кустарничково-сфагновых сообществ различной ширины (от 5–10 до 50 и более метров). Флора этих болот достаточно бедная и фактически не содержит редких и охраняемых видов. На участках с лучшей проточностью иногда встречается *Dactylorhiza traunsteinerii,* включенная в Красную книгу РФ [2008], но она довольно широко распространена в Карелии и угрозы сокращения ее численности нет.

В отличие от классических карельских аапа болот, для которых характерны хорошо развитые грядово-мочажинные комплексы с сильно обводненными травяными мочажинами в центральных частях массивов [Кузнецов, 1980], замедление и даже прекращение торфонакопления в мочажинах и озерках, на травяно-сфагновых болотах идут активное накопление торфа и их развитие в сторону олиготрофных болот. На ОТ типичных аапа болот с хорошо развитыми комплексами почти нет, небольшие комплексы выявляются по материалам аэрофото- и космической съемки, но степень их трофности и засфагнения необходимо идентифицировать при наземных исследованиях. Верховые болотные массивы небольшие по площади, они представлены как сфагновым грядово-мочажинным типом, так и сосново-кустарничково-пушицево-сфагновым. Эти типы широко распространены по всей территории Карелии и в Финляндии, их флора очень бедна и не включает редких видов.

В целом по типологии и растительному покрову болотные экосистемы типичны для ЗКВ, все они находятся в естественном состоянии. Подобные болота хорошо представлены в ГПЗ «Костомукшский», НП «Калевальский», планируемом ЛЗ «Тулос», где их разнообразие даже выше. Таким образом, с точки зрения сохранения разнообразия болот ОТ мало привлекательна и в природоохранном отношении не является первоочередной.

Флора сосудистых растений. Обследуемая территория ранее никогда не изучалась в ботаническом отношении. Согласно существующим схемам ботанико-географического деления региона, он относится к Кемскому флористическому району Карелии [Раменская, 1983], то есть к биогеографической провинции Фенноскандии *Karelia pomorica occidentalis* (*Крос*) в понимании скандинавских натуралистов [Cajander, 1906 и др.]. В результате обследования всего выявлено 165 видов сосудистых растений. Локальная флора отличается крайней бедностью видового состава (табл. 1) даже на фоне таких же бедных локальных флор центра западной части Карелии, изученных ранее, – Ппр «Гора Воттоваара», планируемого ЛЗ «Тулос», ГПЗ «Костомукшский» и др. [Кравченко и др., 1997, 2003; Гнатюк, Крышень, 2001; Кравченко, Кузнецов, 2003; Кравченко, Тимофеева, 2009 и др.]. Впрочем, вся Карелия относится к подпровинции обедненных флор Восточно-

Таблица 1. Спектр ведущих семейств локальной флоры ОТ в сравнении с ближайшими изученными локальными флорами

№	Семейство	Планируемый ЛЗ «Тулос»*			ОТ			ГПЗ «Костомукшский»**		
		виды		ранг	виды		ранг	виды		ранг
		кол-во	%		кол-во	%		кол-во	%	
1	*Cyperaceae*	34	13,5	1	24	14,8	1	35	12,0	1
2	*Poaceae*	29	11,5	2	16	10,0	2	31	10,6	2
3	*Asteraceae*	22	8,7	3	6	3,7	6–7	25	8,5	3
4	*Rosaceae*	14	5,6	4	10	6,2	3–4	14	4,8	4
5	*Scrophulariaceae*	12	4,8	5	***			10	3,4	5–8
6	*Ericaceae*	9	3,6	6	9	5,6	5	10	3,4	5–8
7	*Juncaceae*	8	3,2	7–9	–			8	2,7	9–10
8	*Orchidaceae*	8	3,2	7–9	6	3,7	6–7			
9	*Salicaceae*	8	3,2	7–9	10	6,2	3–4	10	3,4	5–8
10	*Apiaceae*	7	2,8	10	–			–		
11	*Betulaceae*	–			5	3,1	8	8	2,7	9–10
12	*Ranunculaceae*	–			4	2,5	9–11	11	3,8	5
13	*Equisetaceae*	–			4	2,5	9–11	–		
14	*Potamogetonaceae*	–			4	2,5	9–11	–		
Всего видов в 10 (11) ведущих семействах		151	60,2		98	60,5		169	57,7	
Всего аборигенных видов		251			162			293		

* По: Кравченко и др., 1997; ** по: Кравченко и др., 2003; *** семейство не входит в число 10 (11) ведущих.

Европейской провинции Циркумбореальной области [Камелин, 2004]. При этом ЗКВ в связи с водораздельным положением, абсолютным преобладанием олиготрофных местообитаний, слабой освоенностью, особенно в аграрном отношении, отличается бедностью локальных флор в максимальной степени.

Ведущие позиции в семейственно-видовом спектре занимают сем. *Cyperaceae* и *Poaceae*, что характерно для локальных флор Бореальной области. Неожиданно низкий ранг (6–7) у сем. *Asteraceae*, которое всегда входит в триаду ведущих семейств локальных флор в Карелии [Гнатюк и др., 2003]. За счет снижения доли сем. *Asteraceae* выше обычного стоит сем. *Salicaceae* (ранг 3–4, чаще всего 7–9), в десятке ведущих семейств (ранг 9–11) оказались *Equisetaceae*, *Potamogetonaceae* и *Ranunculaceae*, как правило, в ней отсутствующие. Преобладают наиболее обычные в регионе и широкораспространенные бореальные (72,8 % от общего числа), гипоарктические и гипоарктобореальные (в сумме 14,2 %) виды. На долю видов более южного распространения (бореально-неморальные) приходится 3,1 %, на плюризональные – 9,9. Такое распределение широтных элементов характерно для бедных локальных флор средней Карелии [Гнатюк, Крышень, 2001]. Видов, которые появились на ОТ в связи с человеческой деятельностью, всего 3 (1,8 % флоры: *Poa annua* L., *Stellaria media* (L.) Vill. и *Trifolium repens* L.). Они встречаются исключительно вдоль лесовозных дорог и у рыбацких изб в составе малочисленных популяций. Так как обычно среди локальных флор Карелии адвентивная фракция составляет 15 % и более, столь низкая доля заносных видов свидетельствует о высокой естественности локальной флоры.

На ОТ выявлены шесть охраняемых видов сосудистых растений. В Красную книгу Российской Федерации [ККРФ] внесены водные виды *Isoëtes echinospora*, *I. lacustris* и *Lobelia dortmanna*. В Карелии они обычны и массовы, особенно в западной части республики, и в охране не нуждаются [Красная книга.., 2007]. К ним же относится представитель сем. Орхидные *Dactylorhiza traunsteineri*, также нередкий. В Красной книге Республики Карелия (ККРК) все четыре вида оказались исключительно потому, что охраняются в Российской Федерации. Местонахождения двух других охраняемых в Карелии видов, преимущественно северного распространения – *Epilobium hornemannii* Reichenb. и *Pinguicula villosa* L., приурочены в основном к ЗКВ. При этом оба встречаются южнее: первый распространен на юг до широты оз. Тулос [Erkamo, 1947], второй еще южнее – до г. Воттоваара [Кравченко, Тимофеева, 2009].

В целом ОТ характеризуется типичной бореальной флорой, в которой слабо представлены как «южные», так и «северные» элементы. Она практически не претерпела изменений в связи с хозяйственной деятельностью человека и отличается бедностью. Большинство видов приурочено к различным типам растительных сообществ, встречающихся по берегам рек.

Лишайники. Как уже отмечалось, ОТ относится к биогеографической провинции *Karelia pomorica occidentalis* (*Kpoc*). Лихенобиота провинции выявлена недостаточно полно. В настоящее время для нее известны 328 видов и подвидов лишайников и близкородственных грибов, или 26,1 % от общего числа таксонов, отмеченных на территории Карелии [Фадеева и др., 2007].

Общеизвестно, что многообразие лишайников в значительной степени определяется субстратно-экотопическим богатством территории. В массиве коренных лесов на ОТ отмечен широкий спектр субстрато-экотопов, пригодных для жизнедеятельности лишайников, в том числе видов, предъявляющих высокие требования к качеству среды обитания (специализированных и индикаторных). Широта спектра обеспечивается: 1) распространенностью типологически разных высоковозрастных сосновых, еловых и смешанных хвойных лесов; 2) участием лиственных пород, в первую очередь осины и ивы козьей, в составе древостоев; 3) наличием выходов коренных пород и береговых обнажений; 4) хорошей сохранностью лесных сообществ. Всего выявлено 142 вида и подвида лишайников и калициоидных грибов. В подавляющем большинстве это обитатели естественных местообитаний. Четко связанные в своем распространении с человеком виды практически отсутствуют, поскольку антропогенное влияние на ОТ в настоящее время минимальное.

На сравнительно небольшой по площади части ОТ обнаружен целый ряд видов, новых для провинции *Kpoc* и внесенных в Красные книги РФ [2008] и РК [2007]. В ККРФ включены *Bryoria fremontii* как редкий [категория статуса 3(R)] и *Lobaria pulmonaria* – уязвимый вид [2(V)]. В Карелии прямой угрозы существованию данных видов нет.

В ККРК внесены 7 видов лишайников: *Bryoria fremontii* [3(LC)], *Lobaria pulmonaria* [3(LC)], *Chaenotheca subroscida* [3 (NT)], *Evernia divaricata* [3 (NT)], *Hypogymnia bitteri* [3 (NT)], *Nephroma bellum* [3(LC)], *Ramalina thrausta* [3 (NT)]. Два первых вида охраняются

на территории РФ, в ККРК имеют низшую категорию редкости, остальные – потенциально уязвимые виды.

Впервые для провинции *Кроос* приводятся 12 видов: *Chaenotheca laevigata*, *C. subroscida*, *Ch. trichialis*, *Cyphelium inquinans*, *Hypogymnia bitteri*, *Leptogium teretiusculum*, *Microcalicium disseminatum, Mycobilimbia hypnorum*, *Pertusaria pupillaris*, *Psilolechia lucida*, *Pycnora leucococca* и *Ramalina thrausta*.

На ОТ обнаружены очень редкие в Карелии (3–5 известных местонахождений) калициоидные лишайники *Chaenotheca laevigata* и *C. subroscida,* каждый в двух местонахождениях. Первый вид найден на живых стволах и «остолопах» (остатках сухостоя) ивы козьей в сосняке черничном свежем и ельнике черничном влажном, второй – на старых елях в ельнике черничном свежем. Оба вида строго приурочены к коренным лесам, как и калициоидный лихенофильный гриб *Microcalicium disseminatum* вместе с хозяином *Chaenotheca trichialis*, в обилии найдены в ельниках черничном влажном и чернично-сфагновом. Также обнаружены редкие в Карелии виды *Evernia divaricata*, *Hypogymnia bitteri* и *Ramalina thrausta* – каждый в одном местонахождении.

Hypogymnia bitteri – более распространен в северных районах Карелии, обнаружен в ельнике травяно-папоротниковом (единственный экземпляр на стволе старой ели). Вероятно, в лесных местообитаниях южной и средней Карелии данный вид может служить индикатором их ненарушенности. *Ramalina thrausta*, встречающийся во влажных и заболоченных местообитаниях, найден на иве козьей в характерном биотопе – ельнике чернично-сфагновом в межгрядовом понижении. *Evernia divaricata*, требующий постоянной высокой влажности в биотопе, потому приуроченный чаще всего к приручьевым местообитаниям, обнаружен только в ельниках черничном влажном, чернично-сфагновом и травяно-папоротниковом. Популяция *Evernia divaricata* на участке ельника чернично-сфагнового, вероятно, крупнейшая в Карелии. На площади порядка в три га практически на каждом стволе ели, на большинстве сосен, берез произрастают десятки, сотни, всего до нескольких тысяч экземпляров лишайника. Участок особо ценен для сохранения исходного биоразнообразия.

Из числа других, заслуживающих внимания находок следует отметить нахождение *Nephroma parile* на камнях обмелевшего в летний период русла реки. По сообщению Т. Ахти (T. Ahti, pers. comm.), обнаруженные нами образцы относятся к *Nephroma parile*, хемотип II [Vitikainen, 2007]. Необходимо дальнейшее изучение их систематического статуса, и вполне вероятно, что это самостоятельный таксон (вид), требующий описания.

В ненарушенных коренных лесах сформировался комплекс специализированных и индикаторных видов лишайников и калициоидных грибов. Их жизнедеятельность зависит от специфических условий ненарушенного лесного местообитания, и они в перспективе не способны выживать в районах лесозаготовок. Присутствие даже одного специализированного вида на участке леса и вероятность того, что он там выживет, определяет лес как биологически ценный и заслуживающий охраны [Выявление.., 2009]. Индикаторные виды также указывают на высокий возраст и длительное спонтанное развитие лесного сообщества. У них завышенные требования к условиям лесного местообитания, но не такие высокие, как у специализированных видов. В районах лесозаготовок численность индикаторных видов сокращается, однако их существованию в долгосрочной перспективе ничто не угрожает. Присутствие 10 индикаторных видов на лесном участке достаточно для того, чтобы считать его биологически ценным и подлежащим охране [Kuusinen et al., 2005; Выявление.., 2009]. Специализированные и индикаторные виды в большинстве своем редки, уязвимы и включены в Красные книги.

Биологическая ценность лесных местообитаний на ОТ определялась по спискам индикаторных видов, рекомендованных для картирования коренных лесов Севера Европы [Kuusinen et al., 1995; Holien, 1998; Hermansson, Pystina, 2004; Урбанавичене, Урбанавичюс, 2005; Фадеева, Кравченко, 2005; Горшков и др., 2006; *Kuznetsova* et al., 2007; Выявление.., 2009] с корректировкой. Из списка специализированных видов [Выявление.., 2009] два вида – *Lobaria pulmonaria и Bryoria fremontii* – отнесены к индикаторным. В Карелии *L. pulmonaria* достаточно долго остается на вырубках, оставленных заготовителями одиночных осинах. *B. fremontii* в центральной и северной Карелии имеет слабое индикаторное значение, так как произрастает в сосновых лесах разного возраста, в том числе встречается в молодняках, соседствующих с недорубами [Кравченко, Фадеева, 2005]. В южных районах республики вид может считаться индикаторным в том случае, когда высоко обилен.

Chaenothreca ferruginea, *Calicium trabinellum* и *Ramalina farinacea* не имеют в Карелии индикаторного значения. Два из вышеперечисленных видов характерны для сосняков на разных стадиях послепожарной сукцессии [Горшков и др.,

2006, Тарасова и др., 2005]. *Ramalina farinacea* успешно заселяет производные березовые, осиновые и хвойно-лиственные леса. Приуроченность индикаторных (отмечены буквой И) и специализированных (С) видов к различным типам биотопов на ОТ показана в табл. 2.

На лесных, болотных участках и в русле водотоков отмечены 26 индикаторных и специализированных видов лишайников и калициоидных грибов, от 1 до 11 на участке в зависимости от типа местообитания. Основные места произрастания редких и уязвимых, в том числе индикаторных, специализированных, видов сосредоточены в ельниках чернично-сфагновых, черничных влажных и черничных свежих, сосняках черничных свежих. Они произрастают вдоль водотоков или приурочены к влажным и заболоченным межгрядовым понижениям.

В целом обследованный участок является эталонным фрагментом нетронутой северной тайги, представляет собой комплекс биологически ценных лесов и должен быть включен в систему экологических коридоров ЗПФ, что предполагает меры по его охране.

Таблица 2. Приуроченность индикаторных и специализированных видов лишайников и калициоидных грибов, обнаруженных на эталонном участке коренной тайги в районе озерно-речной системы Мурдоярви – Мурдойоки, к типам местообитаний

Вид лишайника	Тип местообитания																	Статус вида
	Сосняк лишайниковый скальный	Сосняк брусничнно-вороничный	Сосняк черничный	Сосняк черничный свежий	Сосняк черничнно-сфагновый	Сосняк кустарничково -сфагновый	Ельник черничный	Ельник черничный свежий	Ельник черничный влажный	Ельник чернично-сфагновый	Ельник чернично-травяный	Ельник травяно-папоротниковый	Ельник кустарничково-сфагновый	Приручейный ельник осоково-сфагновый	Сосновое кустарничково-сфагновое болото	Сосновое пушицево-кустарничково-сфагновое болото	Каменистое русло реки	
Alectoria sarmentosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		+	+		И
Bryoria fremontii			+				+			+					+			И
Chaenotheca chrysocephala						+				+								И
Ch. furfuracea			+															И
Ch. laevigata			+						+									И
Ch. subroscida							+											С
Ch. trichialis									+	+								И
Cyphelium inquinans										+								С
Evernia divaricata									+	+		+						С
E. mesomorpha	+		+	+	+	+				+	+			+	+	+		И
Icmadophila ericetorum						+		+										И
Leptogium saturninum				+			+											И
L. teretiusculum									+									С
Lobaria pulmonaria			+			+	+		+									И
Loxospora elatina										+	+			+	+			И
Microcalicium disseminatum									+	+								И
Mycoblastus affinis										+		+						И
M. sanguinarius			+	+			+	+		+		+		+	+			И
Nephroma bellum							+		+	+								С
N. parile																	+	С
N. resupinatum			+				+	+	+									С
Peltigera aphthosa	+								+									И
P. canina										+								И
P. leucophlebia									+									И
P. praetextata								+										И
Ramalina thrausta										+								С
Всего	3	1	8	4	2	5	8	5	11	14	2	3	1	3	5	2	1	**26**

Грибы. В пределах ЗКВ исследования дереворазрушающих афиллофоровых грибов в разные годы были проведены в ГПЗ «Костомукшский», НП «Калевальский» и планируемых ЛЗ «Тулос», Ппр «Гора Воттоваара» [Лосицкая и др., 1999; Бондарцева и др., 2001; Niemelä et al., 2001; Krutov et al., 2002; Коткова, 2007; Крутов, Руоколайнен, 2009; Руоколайнен, Предтеченская, 2009]. В целом в провинции *Крос* в настоящее время известно до 324 видов афиллофоровых грибов [Крутов и др., 2008]. Благодаря обилию валежа хвойных и лиственных пород на разной степени разложения в коренных лесах отмечены от 140 и 187 видов афиллофоровых в НП «Калевальский» и ГПЗ «Костомукшский» соответственно до 230 в планируемом ЛЗ «Тулос». Систематические исследования видового состава агариковых грибов в указанном районе были начаты в 2007 г. (в ГПЗ «Костомукшский»), более ранних опубликованных сведений о составе этой группы для Кемского флористического района не найдено.

На ОТ широко распространены 12 видов биотрофов, возбудителей стволовых гнилей живых деревьев: 1) сосны – *Phellinus pini,* ели – *Ph. chrysoloma*; 2) березы – *Inonotus obliquus, Phellinus igniarius* и *Ph. cinereus*; 3) осины – *Phellinus tremulae* и *Ph. populicola*; 4) березы и ивы козьей – *Daedaleopsis septentrionalis*; 5) ольхи – *Phellinus alni*; 6) ивы козьей – *Haploporus odorus*; 7) большинства лиственных пород – *Chondrostereum purpureum*; 8) комлевой гнили ели – *Onnia triquetra.* На поврежденных или на старых отмирающих деревьях, кроме перечисленных видов, могут поселяться и вызывать гниль ветвей и стволов некоторые трутовики (факультативные паразиты). Они обычно являются сапротрофами – разрушителями пней, сухостойной и валежной древесины. Это следующие виды: 1) *Fomes fomentarius* и *Cerrena unicolor* – на лиственных породах; 2) *Onnia leporina* и *Climacocystis borealis* – на ели; 3) *Leptoporus mollis* – на сосне и ели; 4) *Fomitopsis pinicola* – на хвойных и лиственных породах; 5) *Ganoderma lipsiense* – на осине и березе; 6) *Phellinus conchatus* – на иве козьей; 7) *Piptoporus betulinus* – на березе и *Polyporus pseudobetulinus* – на осине; 8) *Stereum sanquinolentum* – возбудитель раневой гнили на сосне и ели.

Подавляющее большинство афиллофоровых грибов – ксилосапротрофы – активные разрушители мертвой древесины сухостойных и валежных деревьев хвойных и лиственных пород. Особую трофическую группу составляют афиллофоровые грибы, растущие на почве или на сильно разложившейся и погребенной в почву древесине. В эту группу входят 27 видов. Среди них 12 образуют на корнях деревьев микоризу, которая способствуют усвоению растениями воды и питательных веществ. Это следующие виды: *Bankera fuligineoalba, Hydnum repandum* и *H. rufescens*, *Phellodon tomentosus, Piloderma byssinum* и *P. croceum, Ramaria aurea, Sarcodon imbricatus*, *Thelephora terrestris* и др.

Ценность ОТ определяется тем, что здесь обнаружены 27 редких для Карелии и требующих охраны видов, которые внесены в новое издание ККРК [2007]. К ним относятся *Anomoporia bombycina*, *Antrodia mellita, A. primaeva, Antrodiella citrinella, Cortinarius sanguineus, Gloeophyllum protractum, Haploporus odorus, Hericium coralloides, Junghuhnia collabens, Leptoporus mollis, Leccinum percandidum, Polyporus pseudobetulinus, Postia hibernica, Skeletocutis lenis* и др. Один из них – *P. pseudobetulinus* – внесен также в Красную книгу Восточной Фенноскандии [Red Data Book.., 1998]. Кроме этого, в данном районе отмечены два местонахождения *Oligoporus persicinus* [Коткова, Крутов, 2009].

Из общего числа выявленных видов афиллофоровых 45 считаются индикаторами «девственности», или ненарушенности, лесных экосистем (15 видов – индикаторы девственных и 30 – высоковозрастных лесов). Среди них *Amylocystis lapponica*, *Asterodon ferruginosus*, *Chaetoderma luna*, *Cystostereum murraii, Dichomitus squalens*, *Diplomitoporus crustulinus*, *Gloeoporus taxicola*, *Junghuhnia luteoalba*, *Phellinus nigrolimitatus, Phaeolus schweinitzii, Phlebia centrifuga, Ph. cornea*, *Postia lateritia, P. placenta, Pseudomerulius aureus* и др. [Kotiranta, Niemelä, 1996].

В коренных лесах ОТ зарегистрированы 125 видов агариковых базидиомицетов, относящихся к 41 роду, 22 семействам, 3 порядкам (табл. 3). Около 67 % от общего количества видов относятся к микоризообразователям, что характерно для таежной зоны. Остальные виды являются сапротрофами, среди которых 13 % – подстилочные сапротрофы, 11,5 – ксилосапротрофы, 4,6 – гумусовые. Съедобны 66 видов (52 %), 21 вид (16,5 %) ядовит. Из перечисленного количества видов 8 обладают лечебными свойствами – *Amanita muscaria* var. *muscaria* (мухомор красный), *A. pantherina* (мухомор пантерный), *Laccaria laccata* (лаковица розовая), *Pleurotus ostreatus* (вешенка устричная), *P. pulmonarius* (вешенка легочная), *Boletus betulicola* (белый гриб березовый), *Boletus edulis* (белый гриб еловый), *B. pinophilus* (белый гриб сосновый).

В производных лесных сообществах встречается около 70 видов афиллофороидных гри-

бов, что составляет примерно 20–25% от их возможного разнообразия. Эти леса отличаются малым общим количеством видов, а также незначительным по сравнению с числом индикаторных видов для высоковозрастных и коренных лесов (табл. 4). В производных лесных массивах индикаторные виды были найдены на участках недорубов или с небольшой выборочной рубкой, где сохранились старые валежные деревья. Это преимущественно окрайки озер, болот и возвышенности (например, оз. Хек, Карниз, г. Шукшингивара).

В производных лесах ОТ были обнаружены 52 вида агарикоидных грибов, относящихся к 25 родам, 19 семействам, 3 порядкам (см. табл. 3). Около 67% видов образуют микоризу, остальные являются гумусовыми (11%) и подстилочными (13) сапротрофами, а доля ксилосапротрофов незначительна (6%). Из найденных в производных лесных сообществах видов 43 встречаются также и в коренных лесах. Девять видов (*Lycoperdon molle, L. perlatum, L. umbrinum, Hygrocybe conica, H. nigrescens, Pseudoclitocybe cyathiformis, Tricholoma fulvum, Leccinum variicolor, Lactarius resimus*) отмечены только в производных лесах.

Обильно плодоносят такие хорошо известные съедобные виды, как подберезовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*), подосиновик желто-бурый (*L. versipelle*), волнушка белая (*Lactarius pubescens*), серушка (*L. flexuosus*), груздь черный (*L. necator*). Присутствие грибов-нитрофилов – мухомор красный (*Amanita muscaria*), горькуша (*L. rufus*), груздь черный (*L. necator*) – свидетельствует о процессах накопления доступного азота в почве. Из видов,

Таблица 3. Таксономическая характеристика агариковых базидиомицетов в коренных и производных лесах на ОТ

Семейство	Количество видов по родам	
	Коренные леса	Производные леса
Порядок Agaricales		
Agaricaceae	Cystoderma (1), Lycoperdon (1)	Lycoperdon (3)
Amanitaceae	Amanita (4)	Amanita (1)
Cortinariaceae	Cortinarius (21)	Cortinarius 9
Entolomataceae	Entoloma (2)	
Hydnangiaceae	Laccaria (3)	Laccaria (2)
Hygrophoraceae	Hygrocybe (1), Hygrophorus (2)	Hygrocybe (2)
Inocybaceae	Inocybe (2)	Inocybe (1)
Lyophyllaceae	Lyophyllum (2)	Lyophyllum (1)
Marasmiaceae	Gymnopus (1), Marasmius (3), Rhodocollybia (2)	Gymnopus (1)
Mycenaceae	Mycena (5), Xeromphalina (1)	Mycena (3)
Pleurotaceae	Pleurotus (2)	Pleurotus (1)
Pluteaceae	Pluteus (2)	Pluteus (1)
Psathyrellaceae	Lacrymaria (1), Psathyrella (2)	
Strophariaceae	Galerina (3), Gymnopilus (1), Hebeloma (1), Hypholoma (1), Kuehneromyces (1), Naucoria (1), Pholiota (1), Stropharia (1)	Galerina (1), Hebeloma (1)
Tricholomataceae	Clitocybe (4), Infundibulicybe (1), Tricholoma (2), Tricholomopsis (2)	Clitocybe (3), Infundibulicybe (1), Pseudoclitocybe (1), Tricholoma (1)
Порядок Boletales		
Boletaceae	Boletus (4), Leccinum (6)	Boletus (1), Leccinum (3)
Gomphidiaceae	Chroogomphus (1), Gomphidius (2)	Gomphidius (1)
Paxillaceae	Paxillus (1)	Paxillus (1)
Rhizopogonaceae	Rhizopogon (1)	
Strobilomycetaceae	Chalciporus (1)	Chalciporus (1)
Suillaceae	Suillus (4)	Suillus (1)
Порядок Russulales		
Russulaceae	Lactarius (15), Russula (13)	Lactarius (8), Russula (3)
Всего видов	125	52

Таблица 4. Видовой состав афиллофоровых грибов Муезерского района

	Всего видов	Индикаторы 1	Индикаторы 2	В Красной книге РК [2007]
Производные леса	70	11	5	1
ГПЗ «Костомукшский»	187	23	11	10
НП «Тулос»	230	27	11	11
Муезерский район	287	28	15	18
Провинция *Крос*	324	30	15	25

Примечание. Индикаторные виды: 1 – для высоковозрастных (>100–120 лет), 2 – коренных лесов.

включенных в ККРК [2007], отмечена гигроцибе коническая (*Hygrocybe conica*).

В данном районе целесообразно создание ООПТ, так как только здесь произрастает большинство редких и краснокнижных видов.

Орнитофауна. Обследуемая территория ранее не была изучена в орнитофаунистическом отношении. В составе локальной фауны ОТ выявлен 81 гнездящийся вид птиц. Сравнительная бедность орнитофауны обусловлена водораздельным положением территории, пониженной продуктивностью древостоев, а также отсутствием населенных пунктов и сельхозугодий. По указанным причинам здесь не гнездятся синантропные птицы и большинство обитателей лугов и пашен. Примечателен в этом отношении факт отсутствия серой вороны *Corvus cornix*. На фоне соседних изученных локальных фаун ОТ выделяется повышенной долей участия птиц северного комплекса (табл. 5). Доля северо-среднетаежных, гипоарктических и арктических видов на ней составляет 43 % (ГПЗ «Костомукшский» – 39 %, пригородная зона г. Костомукши – 35, окрестности п. Тикша на р. Чирко-Кемь – 37). Птицы южного происхождения, наоборот, характеризуются самым низким участием – 16% по сравнению с 21–25 % в остальных изученных локальных фаунах.

Таблица 5. Фауногенетическая структура локальных фаун птиц ЗКВ

Фаунистические группы птиц	Число гнездящихся видов, абс. и %			
	ГПЗ «Костомукшский»	Пригородная зона г. Костомукши	ОТ	Окрестности п. Тикша
Арктические и гипоарктические	14 12,7	13 11,2	12 14,8	14 11,9
Северо-среднетаежные и приокеанических бореальных формаций	29 26,4	28 24,1	23 28,4	29 24,8
Широкораспространенные – лесной палеарктической фауны и азональные	44 40,0	46 39,7	33 40,7	49 41,9
Южного происхождения – европейских широколиственных лесов, средиземноморские, дальневосточных хвойно-широколиственных лесов	23 20,9	29 25,0	13 16,1	25 21,4
Всего гнездящихся видов	110 100,0	116 100,0	81 100,0	117 100,0

В составе орнитофауны наиболее полно представлены дендрофильные птицы – всего 47 гнездящихся видов. Плотность населения птиц в приречных коренных хвойных лесах вдоль озерно-речной системы Мурдойоки – 103 пары/км^2. Данный показатель низок для условий переходной зоогеографической полосы тайги Карелии. Гораздо меньшая плотность выявлена в водораздельных лесах участка – 51 пара/км^2. На численность птиц водораздельных территорий могли повлиять последствия похолоданий, наблюдавшихся 13–25.05.2005 и 03–23.06.2006, которые сопровождались заморозками (до –2˚) и появлением снегового покрова (15 мая и 5 июня). Подобные экстремальные явления нередко приводят к гибели птиц, особенно насекомоядных, или к их частичной абмиграции в среднетаежную подзону.

Пониженными показателями учета в 2009 г. отличались мухоловка-пеструшка *Ficedula hypoleuca*, зарянка *Erithacus rubecula*, певчий дрозд *Turdus philomelos*, весничка *Phylloscopus trochilus*, желтоголовый королек *Regulus regulus*, лесной конек *Anthus trivialis*, зяблик *Fringilla coelebs*, вьюрок *F. montifringilla*, кукушка *Cuculus canorus* и др. Садовая славка *Sylvia borin* в данный сезон, судя по всему, отсутствовала на гнездовье. Вместе с тем в связи с повышенным урожаем семян сосны увеличилась плотность населения большого пестрого дятла *Dendrocopos major*, хохлатой синицы *Parus cristatus*, большой синицы *P. major*, чижа *Spinus spinus*, снегиря *Pyrhula pyrhula* и трех видов клестов *Loxia sp*.

Продолжает гнездиться на обследованном участке овсянка-ремез *Emberiza rustica* – таежный вид азиатского происхождения, который в Карелии подвержен депрессии. К настоящему времени она исчезла, например, на Ладожско-Онежском перешейке. Показатель ее учета достигает 2,8 пары/км^2 в приречных лесах. Поблизости в ГПЗ «Костомукшский» ранее было учтено 6–8 пар/км^2 [Сазонов, 1997]. Численность тетеревиных птиц на ОТ составляет: рябчика *Tetrastes bonasia* 19 особей, тетерева *Lyrurus tetrix* 8,2 особи, глухаря *Tetrao urogallus* 2,9 особи на 1000 га.

Из водных и околоводных птиц (17 видов) наиболее характерны чернозобая гагара *Gavia arctica*, гоголь *Bucephala clangula*, свиязь *Anas penelope*, чирок-свистунок *A.crecca.* Гнездятся единичные пары большого крохаля *Mergus merganser*, лебедя-кликуна *Cygnus cygnus* и гуся-гуменника *Anser fabalis*. В среднем течении р. Мурдойоки найдено жилое гнездо скопы *Pandion haliaetus*. Болотные птицы представлены 10 видами, среди них серый журавль *Grus grus*, белая куропатка *Lagopus lagopus*, золотистая ржанка *Pluvalis apricaria*, фифи *Tringa glareola*, большой улит *T. nebularia*, желтая трясогузка *Motacilla flava*, луговой конек *Antus*

pratensis и др. В сезон 2009 г. отмечена повышенная численность желтой трясогузки, гнездящейся помимо болот также на свежих вырубках. Группа эвритопных птиц насчитывает пять видов – беркут *Aquila chrysaetos*, сапсан *Falco peregrinus*, дербник *F.columbarius*, черный стриж *Apus apus*, ворон *Corvus corax*. Сапсан встречен в поисковом полете, его появление в данном районе обязано возникновению обширных площадей свежих и зарастающих вырубок. Обитаемое гнездо беркута известно на территории ЛЗ «Юдальский».

Синантропные виды, как уже указывалось, на участке отсутствуют. Два представителя фауны птиц открытых стаций – луговой чекан *Saxicola rubetra* и обыкновенная каменка *Oenanthe oenanthe* – найдены на необлесившихся вырубках. Плотность населения птиц на свежих и зарастающих вырубках (до 5–7 л.н.) низкая и составляет 17 пар/км^2. Здесь гнездятся главным образом лесной конек, белая и желтая трясогузки (*M. alba и M. flava*), каменка, луговой чекан, дрозд-белобровик *Turdus iliacus*, горихвостка-лысушка *Phoenicurus phoenicurus*. К типичным обитателям вырубок относятся также тетерев, черный стриж, фифи, большой улит. В сезон 2009 г. наблюдается вспышка размножения мышевидных грызунов, поэтому на вырубках отмечено обилие канюка *Buteo buteo*. Кроме того, на окраине свежей вырубки в начале июля обнаружен выводок серого сорокопута *Lanius excubitor* в двух км к востоку от р. Мурдойоки.

Всего на ОТ зарегистрировано восемь видов птиц, занесенных в ККРФ и ККРК: беркут, скопа, сапсан и серый сорокопут из федерального списка; дербник, серый журавль, клуша *Larus fuscus* и горихвостка-лысушка из регионального списка. Для сравнения, на территории ГПЗ «Костомукшский» отмечено 14 видов Красной книги, в зеленой зоне г. Костомукши – 9, в окрестностях п. Тикша – 11 видов. По облику ландшафтов и составу орнитофауны ОТ сходна с заповедником. В этой связи здесь нет необходимости в организации ООПТ, но целесообразно регламентировать его лесопромышленное освоение, в частности ввести запрет на сплошные рубки в километровой полосе лесов вдоль здешней озерно-речной системы.

Ранее высказано предложение об организации ЛЗ в массиве коренных лесов между оз. Максимъярви и ГПЗ «Костомукшский», в том числе по причине его важности для сохранения стада лесного северного оленя *Rangifer tarandus f. fennicus* и наличия здесь мест массовой линьки гуся-гуменника [Сазонов, Кравченко, 2003]. Именно данный район может быть предложен для создания ООПТ (на площади около 15 тыс. га) и с этой точки зрения считается перспективным.

Млекопитающие. Согласно зоогеографическому районированию [Ивантер, 2001], ОТ относится к центральному участку Северо-Карельского подрайона. Фауна млекопитающих имеет типично северный облик, отличается относительной бедностью видового состава и низкой численностью животных. Здесь встречаются представители 6 отрядов млекопитающих: Насекомоядные – 8 видов, Рукокрылые – 1, Зайцеобразные – 1, Грызуны – 15, Хищные – 13, Парнокопытные – 2 вида (табл. 6).

Среди Насекомоядных лишь обыкновенную и малую бурозубок можно отнести к обычным представителям отряда, остальные виды редки. Несомненно, интересны встречи здесь самого крупного представителя отряда – обыкновенного ежа. До недавнего времени сообщений об этом виде в данном районе не было известно, однако о возможности его встречи можно было предполагать, исходя из данных финских исследователей [Siivonen, 1972; Сиивонен, 1979; Siivonen, Seppo, 1994]. Учитывая исключительную зоогеографическую значимость обнаружения здесь ежей и размножения этих животных, необходимо привести все известные нам подобные случаи. Летом 1980 г. лесничий В.Н. Григорьев нашел двух особей размером с кулак в старом заброшенном доме в п. Восточный и трех в 1984 г. на краю сенокосов в местечке Аймогуба. Егерь А.И. Андрианец в июле 2007 г. в окрестностях бывшей д. Тулос видел, как собака поймала взрослого ежа и 4 сеголеток, а охотовед В. Рендарчук был свидетелем поимки собаками там же в 2008–2009 гг. 3 взрослых и 7 молодых особей. Он же на смежной территории Финляндии, в 50 км к западу встречал этих зверьков ежедневно.

Численность охотничьих животных на ОТ мало отличается на фоне Муезерского района Республики Карелия в целом (рис.2), а белки, зайца-беляка, лисицы – даже ниже этого уровня. Количество выдры и американской норки невелико и составляет 0,24 и 2,4 экз. на 10 км береговой линии. Канадский бобр, появившийся здесь в начале 1950-х гг., повсеместно стал обычным видом и встречается на большинстве водоемов. Продолжительность жизни его поселений из-за скудости кормовой базы невелика, поэтому наблюдается регулярная смена животными участков обитания. Численность бурого медведя оценивается как средняя для северных районов (0,4 экз. на 1000 га), однако в некоторых местах, таких как окрестности д. Емельяновка и оз. Тулос, его плотность

Таблица 6. Список млекопитающих на ОТ

Виды	Статус
I. Отряд Насекомоядные (*Insectivora*)	
Ёж обыкновенный (*Erinaceus europaeus* L.)	Единичные встречи, внесен в ККРК, статус 3 (NT)
Крот (*Talpa europaea* L.)	Очень редок
Бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* L.)	Обычна
Бурозубка средняя (*S. caecutiens* Laxm.)	Редка
Бурозубка малая (*S. minutus* L.)	Обычна
Бурозубка крошечная (*S. minutissimus* Zimm.)	Очень редка, внесена в ККРК, статус 3 (NT)
Бурозубка равнозубая (*S. isodon* Turov)	Редка, внесена в ККРК, статус 4 (DD)
Водяная кутора (*Neomys fodiens* Penn.)	Редка
II. Отряд Рукокрылые (*Chiroptera*)	
Кожанок северный (*Vespertilio nilssoni* Keys.et Blas.)	Обычен
III. Отряд Зайцеобразные (*Lagomorpha*)	
Заяц-беляк (*Lepus timidus* L.)	Обычен
IV. Отряд Грызуны (*Rodentia*)	
Белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris* L.)	Обычна
Белка-летяга (*Pteromys volans* L.)	Редка, внесена в ККРК, статус 3 (NT)
Бобр канадский (*Castor canadensis* Kuhl.)	Обычен
Крыса серая (*Rattus norvegicus* Berk.)	Обычна
Мышь домовая (*Mus musculus* L.)	Обычна
Мышь-малютка (*Micromys minutus* Pall.)	Редка, внесена в ККРК, статус 3 (NT)
Лемминг лесной (*Myopus schisticolor* Lillj.)	Очень редок, внесен в ККРК, статус 4 (NE)
Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schr.)	Обычна
Красная полевка (*Clethrionomys rutilus* Pall.)	Редка
Красно-серая полевка (*C. rufocanus* Sund.)	Обычна
Полевка обыкновенная (*Microtus arvalis* Pall.)	Вид не встречен, но возможен
Темная полевка (*M. agrestis* L.)	Обычна
Полевка-экономка (*M. oeconomus* Pall.)	Редка
Водяная полевка (*Arvicola terrestris* L.)	Обычна
Ондатра (*Ondatra zibethica* L.)	Обычна
V. Отряд Хищные (*Carnivora*)	
Волк (*Canis lupus* L.)	Обычен
Лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes* L.)	Обычна
Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides* Gray.)	Единична
Медведь бурый (*Ursus arctos* L.)	Обычен
Горностай (*Mustela erminea* L.)	Обычен
Ласка (*M. nivalis* L.)	Редка, внесена в ККРК, статус 4 (DD)
Лесной хорек (*M. putorius* L.)	Очень редок
Норка американская (*M. vison* Schreb.)	Обычна
Куница лесная (*Martes martes* L.)	Обычна
Росомаха (*Gulo gulo* L.)	Обычна, внесена в ККРК, статус 2 (EN)
Барсук (*Meles meles* L.)	Очень редок
Выдра (*Lutra lutra* L.)	Обычна, внесена в ККРК, статус 3 (VU)
Рысь (*Lynx lynx* L.)	Редка
VI. Отряд Парнокопытные (*Artiodactyla*)	
Кабан (*Sus scrofa* L.)	Единичные встречи
Лось (*Alces alces* L.)	Обычен
Лесной северный олень (*Rangifer tarrandus fennicus* Lönb.)	Обычен, внесен в ККРК, статус 2 (EN)
Косуля (*Capreolus capreolus* L.)	Единичные встречи, внесена в ККРК, статус 2 (EN)

достигает 1–1,5 экз. на 1000 га. Такой показатель отмечался здесь в конце 1990-х гг. и 10 лет спустя. В эти периоды на площади 10 тыс. га учтено 5 взрослых и 8 молодых зверей возрастом 1–3 года. Из копытных лось и северный олень обычны, а кабан и косуля – редкие виды. Их единичные встречи в Муезерском районе бывают не каждый год, а на ОТ – еще реже. За последнее десятилетие здесь известна всего одна встреча косули – в июне 2009 г. на побережье оз. Тулос. Следы зверя встречались там до осени.

Таким образом, ОТ по составу и численности млекопитающих мало отличается от смежных пространств. Лишь ее отдельные участки, особо благоприятные для жизни некоторых видов (бурый медведь, куница, росомаха), характеризуются высокой плотностью их населения. В целом объект по данному критерию мало привлекателен для создания ООПТ.

Насекомые. Как уже отмечалось, ОТ располагается в пределах биогеографической провинции *Karelia pomorica occidentalis* (*Крос*). Эта провинция – самая большая по площади в

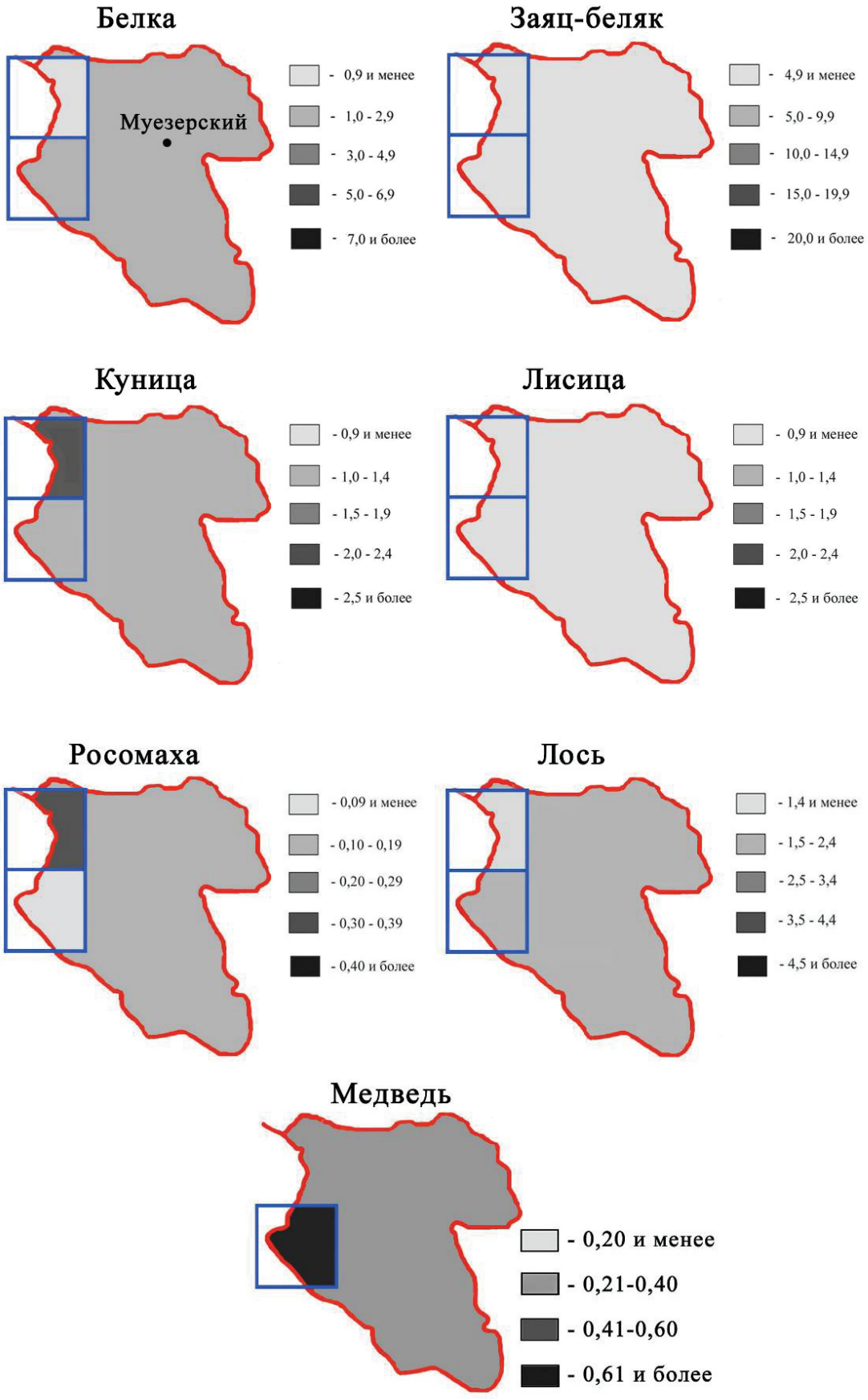


Рис. 2. Численность некоторых охотничьих животных на ОТ в 2005–2009 гг., следов на 10 км маршрута (бурого медведя – экз. на 1000 га)

Фенноскандии – все еще остается недостаточно изученной в энтомологическом отношении. Имеющиеся публикации основаны на фрагментарных и кратковременных сборах в нескольких точках [Полевой, 1998; Яковлев и др., 2001; Хумала, 2004; Полевой, Хумала, 2009; Polevoi, 1997; Yakovlev et al., 2000]. Любые новые данные из этого района представляются весьма важными не только в биогеографическом плане, но и с точки зрения изучения фауны коренных лесов. Среди собранных на ОТ насекомых можно выделить ряд видов, принадлежащих трем отрядам.

Отряд Coleoptera – жесткокрылые

Нами обнаружено 20 видов, это в основном типичные представители таежной фауны. Из заслуживающих внимания находок можно отметить следующие виды.

Melandrya dubia Schaller (сем. Melandryidae) хоть и не является редкостью в Карелии, однако большей частью приурочен к лесам в возрасте более 100–120 лет. Взрослых жуков можно встретить на мертвых стволах берез и осин, а также на трутовых грибах (чаще всего на трутовике обыкновенном *Fomes fomentarius*).

Deporaus betulae – мелкий трубковерт, который ранее нами не отмечался. Зарегистрирован в довольно больших количествах на листьях берез как под пологом леса, так и по обочинам дорог.

Отряд Hymenoptera – перепончатокрылые

Всего определено 62 вида перепончатокрылых насекомых, принадлежащих 8 семействам, большую часть которых составили наездники (сем. Ichneumonidae) – 51 вид. Наездники в основном отловлены ловушкой Малеза, желтыми тарелками и кошением сачком по растительности в различных лесных биотопах, тогда как основная часть жалящих была собрана на цветах.

Следует отметить, что фауна этого отряда типична для данной природной зоны и представлена в основном субарктическими элементами. Из новых для Карелии видов перепончатокрылых обнаружены два вида наездников *Plectiscidea (P.) bistriata* и *Ctenochira taiga* и роющая оса *Crossocerus walkeri*. Еще один вид из рода *Batakomacrus* Kolarov (Ichneumonidae) является новым для науки [Хумала, 2010]. Данные указывают на обедненность локальной фауны перепончатокрылых насекомых, а все более или менее ценные находки объясняются общей слабой изученностью энтомофауны ОТ и данного отряда в частности.

Отряд Diptera – двукрылые

В фауне двукрылых зарегистрированы 209 видов, в основном являющихся типичными обитателями карельской тайги, тем не менее около 10 видов впервые отмечены в Карелии или после долгого перерыва. Особый интерес представляют находки следующих видов.

Xylophagus junki – вид включен в ККРК (категория 3). Довольно редок по всему ареалу, биология изучена слабо, личинки предположительно обитают в мертвых деревьях хвойных пород [Кривошеина, Кривошеина, 2000]. В Карелии до сих пор были известны единичные находки из ее южной части.

X. kowarzi (= *X.ater* auct.) – вид включен в ККРК (категория 3). Личинки развиваются в толще мертвой древесины лиственных пород деревьев [Кривошеина, Мамаев, 1972]. Данный вид, пожалуй, наиболее обычен из всех представителей рода, включенных в ККРК, однако особенности биологии требуют постоянного мониторинга состояния его популяций.

Dichoglena nigripennis – редкий представитель семейства лжектырей (Therevidae). В Финляндии вид известен по немногочисленным находкам, из которых лишь одна относительно недавняя [Haarto, Winquist, 2006]. В Карелии ранее не регистрировался.

Прочие отряды

В число представителей энтомофауны из других отрядов, отмеченных на ОТ и определенных в процессе обработки материала, вошли также стрекозы (Odonata) – 5 видов, чешуекрылые (Lepidoptera) – 7 видов и цикадовые (Homoptera, сем. Cixiidae) – 1 вид. Все они – типичные обитатели северотаежной зоны Карелии.

По результатам кратковременных сборов нельзя в полной мере охарактеризовать фауну насекомых ОТ, тем не менее, судя по обнаружению ряда видов, можно предположить, что здесь сохранились все ее компоненты, присущие лесным экосистемам в естественном состоянии.

Заключение

В представленных материалах показаны первые итоги исследования ОТ. В совокупности с сопредельными природоохранными объектами она является практически идеальным и постоянным полигоном. Здесь в условиях самого типичного фенноскандинавского северотаежного ландшафта можно в сравнительном плане проводить мониторинг экосистем в естественном состоянии и на самых разных стадиях их антропогенной трансформации. Более того, этот полигон очень перспективен в плане его расширения на приграничные районы Финляндии, где в условиях практически идентичного типа по природным качествам ландшафта практикуется

во многом иная система природопользования (рубки, мелиорация, аграрное освоение, частота пожаров антропогенного происхождения и др.), приводящая, как правило, к иным экологическим последствиям. При таком подходе ЗПФ является не просто «полосой» с фрагментами лесов и болот в естественном состоянии вдоль границы. Это объект для ландшафтно-экологического планирования многоцелевого природопользования, сбалансированного по экологическим и экономическим критериям, в рамках международного сотрудничества.

Литература

Бондарцева М. А., Крутов В. И., Лосицкая В. М. Афиллофоровые грибы сосновых древостоев промышленной зоны г. Костомукши // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 224–232.

Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред.: Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб, 2009. 258 с.

Гнатюк Е. П., Кравченко А. В., Крышень А. М. Сравнительный анализ локальных флор южной Карелии // Тр. КарНЦ РАН. Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Вып. 4. Петрозаводск, 2003. С. 19–29.

Гнатюк Е. П., Крышень А. М. Исследование пространственной дифференциации флоры средней Карелии с помощью статистических методов // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. Биогеография Карелии. Вып. 2. Петрозаводск, 2001. С. 43–58.

Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Громцев А. Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 245 с.

Горшков В. В., Тарасова В. Н., Андросова В. И. Эпифитные лишайники лесных сообществ национального парка «Водлозерский» как эталон в мониторинге окружающей среды Карелии // Водлозерские чтения: естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера: Мат-лы науч.-практич. конф., посвящ. 15-летию национального парка «Водлозерский» 27–28.04.2006. Петрозаводск, 2006. С. 128–134.

Елина Г. А. Принципы и методы реконструкции и картирования растительности голоцена. Л.: Наука, 1981. 156 с.

Елина Г. А., Кузнецов О. Л. Типы болот, их использование и охрана // Биологические ресурсы района Костомукши, пути освоения и охраны. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1977. С. 5–23.

Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К. Позднеледниковье и голоцен восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 242 с.

Ивантер Э. В. Фаунистический анализ и проблемы зоогеографического районирования // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. Вып. 2. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2001. С. 76–81.

Камелин Р. В. Флора // БСЭ. Россия. М., 2004. С. 84–88.

Коткова В. М. Афиллофоровые грибы планируемого национального парка «Тулос» и его окрестностей (Республика Карелия) // Новости сист. низш. раст. 2007. Т. 41. С. 115–127.

Коткова В. М., Крутов В. И. Редкие и охраняемые виды афиллофороидных грибов Республики Карелия // Изучение грибов в биогеоценозах: Мат-лы V Междунар. конф. Пермь, 2009. С. 128–131.

Кравченко А. В., Гнатюк Е. П., Буцких О. А. и др. Материалы к флоре сосудистых растений планируемого национального парка «Тулос» // Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии. Вып. 1. Петрозаводск, 1997. С. 124–143.

Кравченко А. В., Гнатюк Е. П., Крышень А. М. Основные тенденции формирования флоры молодого таежного города (на примере г. Костомукши, Республика Карелия) // Тр. КарНЦ РАН. Вып. 4. Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Петрозаводск, 2003. С. 59–74.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Значение охраняемых природных территорий приграничной полосы Карелии в сохранении разнообразия флоры // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск, 2003. С. 82–91.

Кравченко А. В., Тимофеева В. В. Сосудистые растения // Природный комплекс горы Воттоваара: особенности, современное состояние, сохранение. Петрозаводск, 2009. С. 59–72.

Кравченко А. В., Фадеева М. А. Распространение охраняемого лишайника *Bryoria fremontii* в Республике Карелия // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Биогеография Карелии. Вып. 7. Петрозаводск, 2005. С. 92–95.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 368 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 855 с.

Кривошеина Н. П., Кривошеина М. Г. Новые данные о редких ксилофильных двукрылых рода Xylophagus (Diptera, Xylophagidae) // Зоол. журн. 2000. Т. 79, № 10. С. 1216–1228.

Кривошеина Н. П., Мамаев Б. М. Обзор палеарктических видов рода *Xylophagus* Meig. (Diptera, Xylophagidae) // Энтомол. обозр. 1972. Т. LI, № 2. С. 430–445.

Крутов В. И., Коткова В. М., Бондарцева М. А., Руоколайнен А. В. Характеристика биоты афиллофороидных грибов биогеографических провинций Республики Карелии // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Биогеография. Вып. 12. Петрозаводск, 2008. С. 93–102.

Крутов В. И., Руоколайнен А. В. Биота афиллофороидных макромицетов особо охраняемых природных территорий Республики Карелия: ценотический анализ // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Мат-лы VII Междунар. конф. (г. Пермь, 7–13 сентября 2009 г.). Пермь: Перм. гос. пед. ун-т. 2009. С. 107–111.

Кузнецов О. Л. О развитии аапа болот северной Карелии // Болота Европейского Севера СССР. Петрозаводск, 1980. С. 92–113.

Кузнецов О. Л. Тополого-экологическая классификация растительности болот Карелии (омбро-

трофные и олиготрофные сообщества) // Тр. КарНЦ РАН. Вып.8. Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2005. С. 15–46.

Кузнецов О. Л., Антипин В. К., Коломыцев В. А. Особенности формирования болот в расчлененных формах рельефа северо-западной Карелии // Генезис и динамика болот. М., 1978. Вып. 1. С. 75–78.

Лосицкая В. М., Бондарцева М. А., Крутов В. И. Афиллофоровые грибы как индикаторы состояния сосновых древостоев промышленной зоны города Костомукши (Карелия) // Микол. и фитопатол. 1999. Т. 33, вып. 5. С. 331–337.

Полевой А. В. Двукрылые насекомые // Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Тулос». Петрозаводск: Институт леса КарНЦ РАН, 1998. С. 35.

Полевой А. В., Хумала А. Э. 4.7. Насекомые // Природный комплекс горы Воттоваара: особенности, современное состояние, сохранение. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 106–118.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 216 с.

Руоколайнен А. В., Предтеченская О. О. Грибы // Природный комплекс горы Воттоваара: особенности, современное состояние, сохранение. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 81–87.

Сазонов С. В. Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Фенноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 116 с.

Сазонов С. В. Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии: исторические и зонально-ландшафтные факторы формирования. М.: Наука, 2004. 391 с.

Сазонов С. В., Кравченко А. В. Система охраняемых природных территорий Карелии (современное состояние и перспективы развития) // Лесные ресурсы, лесное хозяйство и лесопромышленный комплекс Карелии на рубеже XXI века. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 66–82.

Сиивонен Л. Млекопитающие Северной Европы. М., 1979. 232 с.

Тарасова В. Н., Степанова В. И., Горшков В. В. Роль видов порядка *Caliciales* в формировании эпифитного лишайникового покрова хвойных лесов южной Карелии // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2005 г. Т. 2. СПб, 2005. С. 222–228.

Толмачев А. И. Введение в географию растений. Л., 1974. 244 с.

Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. Элементы южной флоры лишайников в еловых лесах Беломорского побережья Мурманской области // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2005 г. Т. 2. СПб, 2005. С. 240–244.

Фадеева М. А., Голубкова Н. С., Витикайнен О., Ахти Т. Конспект лишайников и лихенофильных грибов Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 194 с.

Фадеева М. А., Кравченко А. В. Лишайники-индикаторы старовозрастных лесов на территории природного парка «Кожозерский» (Архангельская область) // Проблемы лесоведения и лесоводства: Матлы Третьих Мелеховских чтений, посвящ. 100-летию со дня рождения И. С. Мелехова, 15–16 сентября 2005 г. Архангельск, 2005. С. 28–32.

Хумала А. Э. Изучение энтомофауны островных экосистем Онежской губы Белого моря // Природное и историко-культурное наследие Северной Фенноскандии: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (3–4 июня 2003 года, г. Петрозаводск). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. С. 83–89.

Хумала А. Э. Обзор рода Batakomacrus Kolarov, 1986 (Hymenoptera: Ichneumonidae, Orthocentrinae) с описанием новых видов // Тр. Русского энтомол. об-ва. 2010. Т. 81 (2). С. 29–38.

Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята. Проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Л., 1968. 234 с.

Яковлев Е. Б., Хумала А. Э., Полевой А. В. Насекомые // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 149–158.

Cajander A. K. Melan Suomen kasvio. Helsinki, 1906. X + 68 + 764 s.

Erkamo V. I. O. Bergroths botaniska undersökningar i Karelia pomorica // Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. 1947. T. 67, N 1. 83 s.

Haarto A., Winqvist K. Finnish flies of the family Therevidae // Entomol. Fennica. 2006. Vol. 17. P. 46–55.

Hermasson J., Pystina T. Calicioid lichens and fungi in the Komi Republic, Russia // Acta Univ. Ups. Symbl. Bot. Ups. Upssala. 2004. 34(1): 97–105.

Holien H. Lichens in spruce forest stands of different successional stages in central Norway with emphasis on diversity and old growth species // Nova Hedwigia. Stuttgart, 1998. 66(3–4). P. 283–324.

Kolomytsev V., *Kuznetsov O.* Mires and paludified forests of the Kostomuksha Nature Reserve // Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship // Finnish Environment. 1997. N 124. P. 53–62.

Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset käävät Suomessa. Helsinki, 1996. 184 s.

Krutov V. I., Bondartseva M. A., Lositskaya V. M. Aphyllophoroid fungi // Natural complexes, flora and fauna of the proposed Kalevala National Park / A.N. Gromtsev. Helsinki, 2002. P. 46–47. Ap. 69–70.

Kuusinen M., Jääskelainen K., Kivistö L. et al. Indikaattorijäkälien kartoitus Kainuussa // Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Vantaa, 1995. Sarja A. N. 39. 27 s.

Kuznetsov O. L., Boychuk M. A., Dyachkova T. Y. Mire ecosystems and bryoflora of the proposed Kalevala National Park // Biodiversity of old-growth forests and its conservation in northwestern Russia. Regional Environmental Publication, 158. Oulu, 2000. P. 65–102.

Kuznetsov O. L., Shevelin P., Maksimov A. Mire ecosystems of western Karelia along the Russian-Finnish border // Oulanka Report. 1996. N 16. P. 139–143.

Kuznetsova E., Himelbrant D., Titov A. Lichens of Vepssky Forest Protected Area (Eastern Leningrad Region, Russia) with special emphasis on the indicator species of habitats with long ecological continuity // Botanica Lithuanica. 2007. Vol. 13, N 3. P. 171–179.

Niemelä T., Kinnunen J., Lindgren M. et al. Novelties and records of poroid Basidiomycetes in Finland and adjacent Russia // Karstenia. 2001. Vol. 41. P. 1–21.

Polevoi A. V. Diptera collected with Malaise traps in the Kostomuksha Nature Reserve // Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Freindship. Helsinki: Finnish Environment Institute, 1997. P. 303–309.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki, 1998. 351 p.

Siivonen L. Pohjolan nisäkkäät. Helsingissä Kustannusosakeyhtiö. Otava, 1972. 474 p.

Siivonen L., Seppo S. Pohjolan nisäkkäät. Helsingissä Kustannusosakeyhtiö. Otava, 1994. 224 p.

Vitikainen O. Peltigeraceae // Nordic Lichen Flora. Vol. 3. Uppsala, 2007. P. 113–131.

Yakovlev E. B., Scherbakov A. N., Polevoi A. V., Humala A. E. Insect fauna of the Paanajärvi National Park and proposed Kalevala National Park with particular emphasis on saproxylic Coleoptera, Diptera and Hymenoptera // Biodiversity of old-growth forests and its conservation in the northwestern Russia. Oulu: North Ostrobothnia Regional Environmental Centre, 2000. C. 103–157.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Громцев Андрей Николаевич
зав. лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем, д.с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: gromtsev@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Gromtsev, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: gromtsev@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Белкин Владимир Васильевич
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Belkin, Vladimir
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Данилов Петр Иванович
зав. лаб. зоологии, д.б.н., профессор
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Danilov, Pyotr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Крутов Виталий Иванович
директор ИЛ КарНЦ РАН, д.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: krutov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Krutov, Vitaly
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: krutov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Кузнецов Олег Леонидович
зав. лаб. болотных экосистем, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Kuznetsov, Oleg
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Руоколайнен Анна Владимировна
научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: annaruo@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Ruokolainen, Anna
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: annaruo@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Предтеченская Ольга Олеговна
ученый секретарь ИЛ КарНЦ РАН, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: opredt@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Predtechenskaya, Olga
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: predt@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Кравченко Алексей Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alex.kravchen@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Kravchenko, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alex.kravchen@mail.ru
tel.: (8142) 768160

Сазонов Сергей Владимирович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: forest@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Sazonov, Sergey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: forest@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Тирронен Константин Феликсович
младший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Tirronen, Konstantin
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Панченко Данила Владимирович
младший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Panchenko, Danila
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Полевой Алексей Владимирович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alexei.polevoi@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Polevoi, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alexei.polevoi@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Фадеева Маргарита Анатольевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: fadeeva@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Fadeeva, Margarita
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: fadeeva@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Хумала Андрей Эдуардович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: humala@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Humala, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: humala@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 76–84

УДК 581.9: 502.172: 502.11 (470.22)

РОЛЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЛАНИРУЕМЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ В СОХРАНЕНИИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КРАСНЫХ КНИГ РОССИИ И КАРЕЛИИ

А. В. Кравченко[1], О. Л. Кузнецов[2]

[1] Институт леса Карельского научного центра РАН
[2] Институт биологии Карельского научного центра РАН

Проведен анализ представленности охраняемых видов сосудистых растений на существующих и планируемых ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии в границах Карелии. Из охраняемых в республике 199 видов сосудистых растений здесь выявлены 143. Число видов на ООПТ варьирует от 3 (заказник «Войница») до 78 (планируемый национальный парк «Ладожские шхеры»). Из 20 видов, внесенных в Красную книгу Российской Федерации и встречающихся в Карелии, на существующих ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии представлены 10.

Ключевые слова: сосудистые растения, Красные книги, охраняемые природные территории, Зеленый пояс Фенноскандии.

A. V. Kravchenko, O. L. Kuznetsov. ROLE OF EXISTING AND PLANNED PROTECTED AREAS IN THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA IN CONSERVATION OF NATIONALLY AND REGIONALLY RED-LISTED VASCULAR PLANTS

Presence/absence of red-listed vascular plant species in existing and planned PAs of the Green Belt of Fennoscandia within Karelia was analysed. The PAs were found to harbour 143 vascular plants of the 199 species protected in the republic. The number of the species in different PAs varies from 3 (Voinitsa reserve) to 78 (planned Ladoga Skerries National Park). Of the 20 species listed in the Red Data Book of the Russian Federation and occurring in Karelia, 10 are present in existing PAs in the Green Belt of Fennoscandia.

Key words: vascular plants, Red Data Books, protected areas, Green Belt of Fennoscandia.

Введение

В пределах карельского участка Зеленого пояса Фенноскандии (ЗПФ) протяженностью более 600 км представлены три подзоны тайги – южная, средняя и северная [Юрковская, 1993], при этом он входит в пять биогеографических провинций Фенноскандии [Cajander, 1906], соответствующих флористическим районам отечественных авторов [Раменская, 1983; Кравченко, Кузнецов, 2001]. Здесь имеются ценные и уникальные территории, важные для сохранения биоразнообразия как региона, так и Северной Европы в целом. Это в значительной степени обусловлено тем, что здесь сохранились крупные участки различных ландшафтов

с коренными нефрагментированными лесами, неосушенными болотами и озерами без признаков загрязнения и евтрофирования.

Контрастность природных условий на всем протяжении этой территории от юга к северу обеспечивает высокое разнообразие биоты в целом и сосудистых растений в частности. Здесь представлено свыше 80 % аборигенной фракции флоры; по понятным причинам отсутствуют характерные для берегов Белого моря виды-галофиты, а также ряд видов с восточными связями, находящихся в республике на западных границах своих ареалов и т. п.

Неудивительно, что в Карелии в пределах ЗПФ уже создан ряд особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в том числе три – федерального уровня: государственный заповедник (ГЗ) «Костомукшский» и национальные парки (НП) «Калевальский» и «Паанаярви», несколько региональных ООПТ: природный парк (ПП), ботанический и ландшафтные заказники (ЛЗ), различные памятники природы.

В «Схеме территориального планирования Республики Карелия», принятой Правительством Республики Карелия в 2007 г., и Научном обосновании развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия [2009], разработанном в КарНЦ РАН, предполагается создание в пределах Зеленого пояса Фенноскандии еще нескольких ООПТ различного статуса, в том числе ботанических заказников и памятников природы.

Материалы и методы

Первый анализ о произрастании охраняемых и нуждающихся в охране видов сосудистых растений, внесенных в Красные книги РСФСР [1988], Карелии [1995] и Восточной Фенноскандии [Red Data Book.., 1998], на существующих и планируемых ООПТ Карелии в пределах ЗПФ был сделан около 10 лет назад [Кравченко, Кузнецов, 2003]. За прошедший период ситуация значительно изменилась. Вышли новые редакции Красных книг Республики Карелия [2007] и Российской Федерации [2008], в которых списки охраняемых видов претерпели изменения, особенно существенные в региональной Красной книге. Из анализа исключены виды, внесенные в Красную книгу Восточной Фенноскандии [Red Data Book.., 1998], которая носит рекомендательный характер и была учтена при корректировке списка нуждающихся в охране видов при подготовке новой редакции Красной книги Республики Карелия [2007].

За этот период был создан НП «Калевальский» (2006 г.), территория которого по сравнению с первоначально планировавшейся в научном обосновании [Материалы.., 1998; Национальный.., 2001] существенно уменьшена. Позднее, в 2008 г., участок вдоль северной границы парка, первоначально в него включавшийся, был взят под охрану в ранге регионального ЛЗ «Войница». Список охраняемых видов НП «Калевальский» скорректирован в соответствии с его официальными границами, в связи с чем из первоначального списка [Кравченко и др., 1998] исключены некоторые виды, выявленные к северу (сейчас ЛЗ «Войница») и к югу от парка (район оз. Важа – оз. Латваярви) и пока не обнаруженные в парке.

Уже в течение двадцати лет обсуждаются перспективы создания НП «Ладожские шхеры», в том числе его границы и площадь. В настоящее время предпочтение отдается варианту, по которому парк будет занимать всю северо-западную шхерную часть Ладожского озера до границы с Ленинградской областью площадью около 124 тыс. га. Это значительно больше той территории, которая рассматривалась раньше [Кравченко, 2001; Кравченко, Кузнецов, 2003], что привело к пополнению списка охраняемых видов планируемого парка.

Получены новые сведения по составу флоры и других существующих и планируемых ООПТ, например, опубликован список видов НП «Паанаярви» [Кравченко, Кузнецов, 2008].

Результаты

Флора сосудистых растений существующих и планируемых ООПТ в границах ЗПФ (рис. 1) исследована достаточно хорошо [Кравченко, Кузнецов, 2003]. Ниже приводится информация о видовом богатстве каждой ООПТ, а также о выявленных на них видах, внесенных в Красные книги Республики Карелия [2007] и Российской Федерации [2008] (табл. 1).

Всего на существующих и планируемых ООПТ в пределах ЗПФ выявлены 143 охраняемых вида сосудистых растений, что составляет 72 % от общего числа (199) «краснокнижных» видов республики (табл. 2). Большинство этих видов представлено на уже существующих ООПТ в пределах ЗПФ – 117 (82 %). Только на планируемых ООПТ выявлены 26 видов, причем практически все (25) – на территории планируемого НП «Ладожские шхеры» (см. табл. 1). Это еще раз подчеркивает необходимость скорейшего принятия решения о создании этого парка.

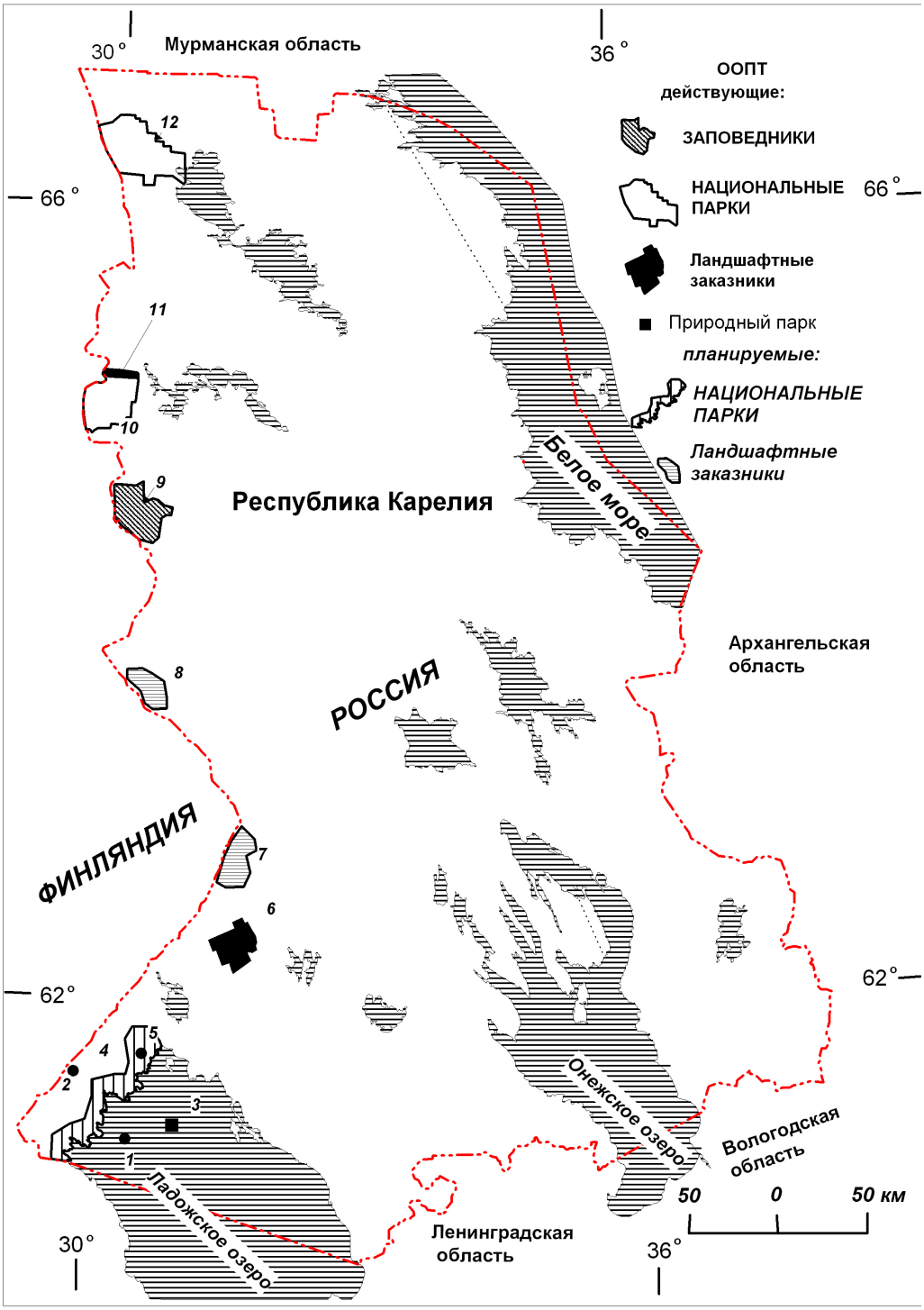


Рис. 1. Картосхема ООПТ Карелии в пределах Зеленого пояса Фенноскандии

1 – ЛЗ «Западный архипелаг», 2 – ЛЗ «Исо-Ийярви, 3 – ПП «Валаамский архипелаг», 4 – планируемый НП «Ладожские шхеры», 5 – БЗ «Сортавальский», 6 – ЛЗ «Толвоярви», 7 – планируемый ЛЗ «Койтайоки», 8 – планируемый ЛЗ «Тулос», 9 – ГЗ «Костомукшский», 10 – НП «Калевальский», 11 – ЛЗ «Войница», 12 – НП «Паанаярви»

Уникальным с точки зрения охраны флоры является НП «Паанаярви», где представлена практически вся флора карельской части провинции *Regio Kuusamoënsis* и выявлены 73 охраняемых вида, в том числе 46 видов в пределах ЗПФ известны только здесь. Важна также роль ПП «Валаамский архипелаг», где отмечены 45 охраняемых видов.

Из 20 видов Красной книги Российской Федерации [2008], встречающихся в Карелии, на ООПТ ЗПФ представлены 13 (65 %), большинство (10 видов; 77 %) произрастают на суще-

Таблица 1. Список охраняемых видов сосудистых растений на ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии в границах Карелии и их категории в Красных книгах РФ и РК

Вид	ООПТ												Категория[2] в Красных книгах	
	1[1]	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	РФ	РК
Woodsia alpina (Bolt.) S. F. Gray[3]			1	1					1			1		3VU
Woodsia glabella R. Br.												1		3VU
Gymnocarpium continentale (Petrov) Pojark.												1		2EN
Gymnocarpium robertianum (Hoffm.) Newm.				1								1		3VU
Cystopteris dickieana R. Sim	1			1								1		3NT
Polystichum lonchitis (L.) Roth												1		0RE
Asplenium viride Huds.				1								1		3VU
Asplenium septentrionale (L.) Hoffm.	1		1	1										3LC
Asplenium ruta-muraria L.				1								1		3VU
Botrychium anthemoides C. Presl				1										3VU
Botrychium lanceolatum (S. G. Gmel.) Ångstr.				1						1		1		3NT
Botrychium simplex E. Hitchc.				1									1	0RE
Botrychium matricariifolium A. Br. ex Koch			1	1										3VU
Botrychium boreale Milde	1		1	1								1		3LC
Diphasiastrum alpinum (L.) Holub										1		1		3LC
Isoëtes echinospora Durieu		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	2	3LC
Isoëtes lacustris L.		1	1	1		1	1	1	1	1		1	3	3LC
Hierochloë australis (Schrad.) Roem. & Schult.			1	1										3LC
Brachypodium pinnatum (L.) Beauv.				1										3LC
Festuca sabulosa (Anderss.) Lindb. fil.	1			1										3LC
Agrostis clavata Trin.										1		1		3LC
Cinna latifolia (Trev.) Griseb.				1										3NT
Elymus fibrosus (Schrenk) Tzvel.												1		3VU
Elymus scandicus (Nevski) A. Khokhr.												1		3VU
Scirpus radicans Schkuhr				1										3LC
Carex bergrothii Palmgr			1											3NT
Carex riparia Curt				1										3VU
Carex bohemica Schreb.				1	1									3LC
Carex jemtlandica (Palmgr.) Palmgr.												1		3VU
Carex muricata L.	1		1	1										3LC
Carex glacialis Mackenz.												1		4DD
Carex vulpina L.								1						3LC
Carex adelostoma V. Krecz.												1		3LC
Carex norvegica Retz.			1	1								1		3VU
Carex parallela (Laest.) Sommerf.												1		4DD
Carex laxa Wahlenb.												1		3VU
Carex rupestris All.												1		3VU
Carex media R.Br.												1		3LC
Rhynchospora fusca (L.) Ait. Fil.				1		1							3	3VU
Eriophorum brachyantherum Trautv. & C. A. Mey.												1		3VU
Schoenus ferrugineus L.												1		3LC
Luzula spicata (L.) DC.												1		0RE
Juncus balticus Willd.				1										3LC
Juncus triglumis L.												1		3VU
Allium strictum Schrad.			1	1	1									3LC
Gagea lutea (L.) Ker Gawl.				1	1									3VU
Cypripedium calceolus L.				1								1	3	3LC
Neottia nidus-avis (L.) Rich.			1	1	1									3LC
Calypso bulbosa (L.) Oakes												1	3	3VU
Malaxis monophyllos (L.) Sw.			1	1										3LC
Epipogium aphyllum Sw.				1								1	2	1CR
Dactylorhiza baltica (Klinge) N. I. Orlova			1											0RE[4]
Dactylorhiza cruenta (O. F. Muel.) Soó			1											3NT
Dactylorhiza traunsteineri (Saut.) Soó s. l.						1		1	1	1		1	3	3LC
Salix pyrolifolia Ledeb.												1		1CR
Salix acutifolia Willd.			1	1										3LC
Salix repens L.												1		1CR
Salix triandra L.												1		3LC
Myrica gale L.				1									2	3VU
Corylus avellana L.				1										3VU
Ulmus laevis Pall.				1										3LC

Продолжение табл. 1

Вид	ООПТ												Категория[2] в Красных книгах	
	1[1]	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	РФ	РК
Ulmus glabra Huds.			1	1										3LC
Humulus lupulus L.			1	1										3NT
Dianthus arenarius L.			1	1										3LC
Gastrolychnis affinis (Vahl ex Fries) Tolm & Kozhanch												1		4DD
Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong.										1	1	1		3LC
Gypsophila fastigiata L.												1		3NT
Minuartia verna (L.) Hiern				1										3VU
Arenaria pseudofrigida (Ostenf. et Dahl) Juz. ex Schischk.												1		4DD
Silene nutans L.	1		1	1										3LC
Viscaria alpina (L.) G. Don fil.				1								1		3LC
Spergula morisonii Boreau				1										4DD
Cerastium alpinum L.	1		1	1	1							1		3NT
Thalictrum aquilegiifolium L.			1	1	1									3NT
Thalictrum kemense (Fries) Koch												1		3LC
Anemonoides ranunculoides (L.) Holub				1										3LC
Ranunculus hyperboreus Rottb.												1		3VU
Pulsatilla vernalis (L.) Mill.				1									2	2EN
Ficaria verna Huds.				1										3LC
Batrachium trichophyllum (Chaix) Bosch									1			1		3NT
Batrachium eradicatum (Laest.) Fries				1								1		3LC
Corydalis intermedia (L.) Mer t			1	1										3VU
Draba daurica DC.												1		3VU
Draba cinerea Adams				1								1		3VU
Arabis alpina L.												1		3VU
Cardamine parviflora L.	1		1	1										3NT
Drosera intermedia Hayne				1										3VU
Jovibarba globifera (L.) J. Parnell				1										4DD
Tillaea aquatica L.				1					1				3	3VU
Saxifraga adscendens L.			1	1										2EN
Saxifraga aizoides L.												1		3VU
Cotoneaster integerrimus Medik.			1											3VU
Potentilla crantzii (Crantz) G. Beck. ex Fritsch			1	1								1		3VU
Potentilla conferta Bunge				1										3VU
Potentilla nivea L.												1		2EN
Potentilla tabernaemontani Aschers			1											0RE
Potentilla chamissonis Hult.												1		2EN
Sibbaldia procumbens L.												1		0RE
Astragalus subpolaris Boriss. & Schischk.			1									1		3LC
Astragalus frigidus (L.) A. Gray												1		3NT
Oxytropis sordida (Willd.) Pers.												1		3LC
Geranium bohemicum L.				1										2EN
Polygala vulgaris L.				1										3VU
Polygala comosa Schkuhr	1													3VU
Hypericum perforatum L.	1		1	1	1									3LC
Elatine orthosperma Dueben				1										3VU
Elatine triandra Schkuhr				1										3VU
Viola persicifolia Schreb.	1		1	1										2EN
Viola collina Bess.				1										3LC
Epilobium hornemannii Reichenb.									1		1	1		3NT
Epilobium davuricum Fisch. ex Hornem.												1		3NT
Epilobium alsinifolium Vill.												1		3NT
Myriophyllum verticillatum L.			1	1										4DD
Pimpinella major (L.) Huds.	1		1											3NT
Angelica archangelica L.												1		3NT
Oenanthe aquatica (L.) Poir.			1											3NT
Chimaphila umbellata (L.) W. Barton		1	1	1										3NT
Hypopitys monotropa Crantz			1	1		1								3LC
Loiseleuria procumbens (L.) Desv.												1		3LC
Phyllodoce caerulea (L.) Bab.												1		3NT
Primula stricta Hornem.												1		4DD
Androsace septentrionalis L.				1								1		3VU

Окончание табл. 1

Вид	ООПТ												Категория[2] в Красных книгах	
	1[1]	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	РФ	РК
Polemonium acutiflorum Willd. ex Roem. & Schult.												1		4DD
Hackelia deflexa (Wahlenb.) Opiz			1	1								1		3VU
Myosotis decumbens Host												1		3VU
Myosotis ramosissima Rochel ex Schult.			1	1										3VU
Origanum vulgare L.			1	1	1									3LC
Dracocephalum ruyschiana L.			1	1										3LC
Thymus subarcticus Klok. & Shost.												1		3LC
Veronica fruticans L.												1		0RE
Pseudolysimachion spicatum (L.) Opiz			1	1										3NT
Pinguicula alpina L.												1		3NT
Littorella uniflora (L.) Aschers.									1				2	2EN
Galium odoratum (L.) Scop.			1											3NT
Jasione montana L.				1										4DD
Campanula trachelium L.			1	1	1									3NT
Campanula latifolia L.				1			1							3LC
Lobelia dortmanna L.		1		1		1	1	1	1	1		1	3	3LC
Aster sibiricus L.												1		1CR
Carlina fennica (Meusel & Kästner) Tzvel.				1										1CR
Mycelis muralis (L.) Dumort.			1	1										3VU
Eupatorium cannabinum L.			1	1										3LC
Cicerbita alpina (L.) Wallr.												1		3LC
Площадь ООПТ, тыс. га	0,8[5]	4	3,6[5]	80[5]	0,1	42	30	30	47	74,4	8	104		

Примечания: [1] 1 – ЛЗ «Западный архипелаг», 2 – ЛЗ «Исо-Ийярви, 3 – ПП «Валаамский архипелаг», 4 – планируемый НП «Ладожские шхеры», 5 – БЗ «Сортавальский», 6 – ЛЗ «Толвоярви», 7 – планируемый ЛЗ «Койтайоки», 8 – планируемый ЛЗ «Тулос», 9 – ГЗ «Костомукшский», 10 – НП «Калевальский», 11 – ЛЗ «Войница», 12 – НП «Паанаярви».

[2] Категории: 0 (RE) – вероятно исчезнувшие в регионе, 1 (CR) – находящиеся в критическом состоянии (на грани исчезновения), 2 (EN) – находящиеся в опасном состоянии (исчезающие), 3 (VU) – уязвимые, 3 (NT) – находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому (потенциально уязвимые), 3 (LC) – вызывающие наименьшие опасения, 4 (DD) – неопределенного статуса в связи с недостатком данных (недостаточно изученные).

[3] Виды расположены в том же порядке, что и в Красной книге РК [2007].

[4] Вид выявлен после издания Красной книги.

[5] Без учета акватории Ладожского озера.

ствующих ООПТ. Три вида, пока еще в республике нигде не охраняемых, встречаются в планируемом НП «Ладожские шхеры»: *Botrychium simplex*, *Myrica gale* и *Pulsatilla vernalis*, хотя первые два из них не собирались здесь повторно свыше 80 лет [Räsänen, 1944; Heikkilä et al., 1999].

Число охраняемых в Карелии видов на ООПТ варьирует от 3 (ЛЗ «Войница») до 78 (планируемый НП «Ладожские шхеры») видов, что свидетельствует о разной значимости ООПТ в сохранении разнообразия флоры региона. Число «краснокнижных», представленных на ООПТ, связано как с их площадью, так и с разнообразием биотопов и степенью антропогенной трансформированности территории.

Рассмотренная выше сеть наиболее крупных комплексных ООПТ должна быть дополнена рядом небольших по площади специализированных ботанических заказников или памятников природы [Кравченко, Кузнецов, 2009; Научное.., 2009], что позволит обеспечить сохранение еще нескольких охраняемых видов, не встречающихся на анализируемых ООПТ. Ниже приводится краткая характеристика наиболее важных из них (рис. 2).

1. Долина р. Кокколанйоки севернее д. Тоунан, где обнаружена, вероятно, наиболее многочисленная в Карелии популяция охраняемого в Карелии вида *Asarum europaeum*, известного в республике всего из четырех пунктов.

2. Участок сосновых лесов на песчаных почвах к ССЗ от г. Лахденпохья, где в наиболее северо-восточной точке ареала произрастает охраняемый в России вид *Pulsatilla vernalis*.

3. Окрестности д. Рускеала вблизи бывшего мраморного карьера, где отмечен целый ряд охраняемых видов: *Woodsia alpina*, *Brachypodium pinnatum*, *Cypripedium calceolus*, *Epipactis atrorubens*, *Viola collina*, *Polygala vulgaris*, *Campanula trachelium*.

4. Скальный мыс Коркеаниеми на северном берегу оз. Малое Янисъярви. Это один из двух известных в Карелии пунктов произрастания позднеледникового реликтового вида *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. [Vasari, Vasari, 1999] и еще нескольких других охраняемых в республике видов: *Asplenium ruta-muraria*,

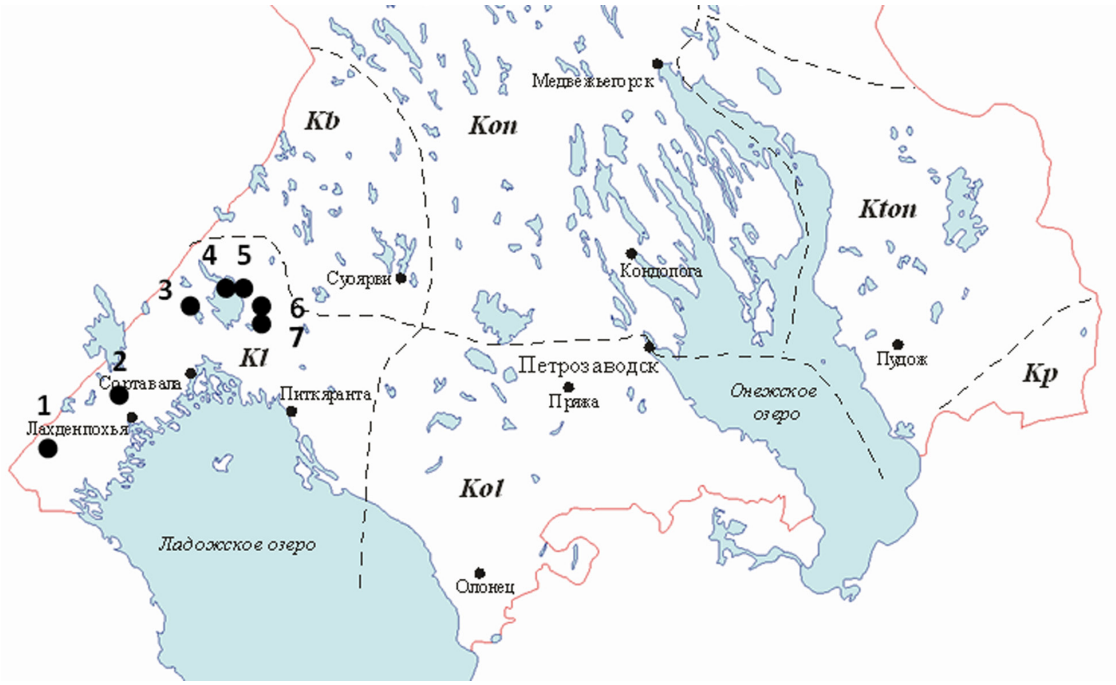


Рис. 2. Планируемые ботанические заказники или памятники природы Зеленого пояса Фенноскандии в границах Карелии
Названия см. в тексте

A. viride, *Neottia nidus-avis*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Androsace septentrionalis*.

Таблица 2. Общее видовое разнообразие и число охраняемых видов сосудистых растений на ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии в границах Карелии

ООПТ	Всего видов	Из них охраняемых	Доля от всех охраняемых видов в ЗПФ, %	Встречаются только на данной ООПТ в ЗПФ, видов
НП «Паанаярви»	623	73	51,1	46
ЛЗ «Войница»	250	3	2,1	–
НП «Калевальский»	400	8	5,6	–
ГЗ «Костомукшский»	395	9	6,3	1
ПЛЗ «Тулос»	341	5	3,5	1
ПЛЗ «Койтайоки»	339	4	2,8	–
ЛЗ «Толвоярви»	368	6	4,2	–
ПНП «Ладожские шхеры»	750	78	54,6	25
БЗ «Сортавальский»	369	9	6,3	–
ЛЗ «Исо-Ийярви»	325	4	2,8	–
ПП «Валаамский архипелаг»	590	45	31,5	6
ЛЗ «Западный архипелаг»	334	12	8,4	1
Всего		143		80

5. Окрестности д. Ялонваара (Яловаара), особенно скалы Риуттавуори. Здесь произрастает ряд охраняемых видов: *Asplenium ruta-muraria*, *A. septentrionale*, *A. viride*, *Brachypodium pinnatum, Carex atherodes*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza traunsteineri* s.l., *Saxifraga adscendens*, *Polygala vulgaris*, а также много довольно редких видов, приуроченных к наиболее богатым почвам, например, *Tilia cordata* Mill., *Saussurea alpina* (L.) DC. и т.п.

6. Скалы Корпикаллио вблизи д. Соанлахти. В данном пункте встречается ряд охраняемых видов: *Woodsia alpina*, *Asplenium ruta-muraria*, *A. septentrionale*, *A. viride*, *Ulmus glabra*, *Dianthus arenarius*, *Androsace septentrionalis, Carlina fennica* и редкие *Saxifraga nivalis* L., *Tilia cordata* и др.

7. Окрестности д. Саариселькя. Выявлено несколько охраняемых видов: *Botrychium anthemoides*, *Cypripedium calceolus*, *Epipactis atrorubens*, *E. palustris*, а также требовательных к плодородию почвы или приуроченных к жестководным ключевым болотам как южных, так и северных видов: *Ophioglossum vulgatum* L., *Salix hastata* L., *S myrsinites* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Tilia cordata*, *Saussurea alpina* и др.

Кроме того, более 30 объектов, заслуживающих такого же статуса, войдут в границы планируемого НП «Ладожские шхеры». Среди них такие важные с точки зрения сохранения регионального разнообразия флоры и хорошо известные скандинавским ботаникам пункты, как, например, мыс Паксуниеми в зал. Кирьявалахти Ладожского озера, о. Мякисало в Ладожском озере и скалы Раукианмяки вблизи д. Сумерия [Heikkilä et al., 1999].

На мысу Паксуниеми встречаются *Botrychium anthemoides*, *Asplenium septentrionale*, *A. viride*, *Woodsia alpina*, *Carex bohemica*, *Cypripedium calceolus*, *Malaxis*

monophyllos, *Neottia nidus-avis*, *Saxifraga adscendens*, *Geranium bohemicum*, *Viola persicifolia*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Hackelia deflexa*, *Campanula latifolia*, *C. trachelium*, *Carlina fennica*, *Eupatorium cannabinum*, а также *Asplenium trichomanes* L., *Carex capitata* L., *Betonica officinalis* L. и др.

На о. Мякисало произрастает такой редчайший в республики вид, как *Potentilla conferta.* Это в тысячах километров (за исключением второго известного места находки вида в Карелии – на о. Суйсарь в Онежском озере) от ближайших пунктов произрастания данного и родственных видов. Наши растения отличаются по ряду морфологических признаков от всех них и относятся, по всей видимости, к самостоятельному гибридогенному таксону с преобладанием признаков *P. conferta* [Камелин, 2001], сформировавшемуся в голоцене [Кравченко, 2007]. *Draba cinerea* также находится здесь в изолированном и самом южном в равнинной части ареала пункте, в Карелии вид встречается еще только на крайнем северо-западе на скалах Рускеакаллио (НП «Паанаярви»). Отмечены на острове и другие охраняемые виды: *Asplenium septentrionale*, *A. viride*, *Woodsia alpina*, *Carex bohemica*, *C. muricata*, *Allium strictum*, *Ulmus glabra*, *Dianthus arenarius*, *Saxifraga adscendens*, *Geranium robertianum*, *Androsace septentrionalis*, *Hypericum perforatum*, *Hackelia deflexa*, а также *Asplenium trichomanes*, *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Sa. Kurata, *Carex capillaris* L., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Saxifraga nivalis*, *Corydalis bulbosa*, *Cotoneaster antoninae* Juz., *Viola selkirkii* Pursh ex Goldie, *Lathyrus sylvestris* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* и мн. др.

На скалах Раукианмяки в единственном в Карелии пункте, удаленном, кроме того, почти на тысячу километров от ближайших местонахождений на северо-востоке Европейской России, встречается *Minuartia verna*, такие охраняемые виды, как *Asplenium septentrionale*, *Carex bohemica*, *Cerastium alpinum*, *Geranium robertianum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Origanum vulgare*, а также *Saxifraga nivalis*, *Tilia cordata* и др.

Заключение

Территория Зеленого пояса Фенноскандии в пределах Карелии характеризуется высоким разнообразием флоры сосудистых растений, целый ряд видов находится здесь на границах своих ареалов и нуждается в охране. Из охраняемых в республике 199 видов сосудистых растений 143 выявлены на существующих и планируемых ООПТ в пределах ЗПФ, что свидетельствует о его большой природоохранной значимости. Необходимо скорейшее создание национального парка «Ладожские шхеры», территория которого характеризуется самым высоким в Карелии разнообразием флоры. Именно здесь встречается значительное число (78) охраняемых видов сосудистых растений, выявленных как на существующих, так и на планируемых ООПТ Карелии.

Создание ряда небольших по площади ботанических заказников и памятников природы позволит увеличить представленность охраняемых видов на ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии.

Литература

Камелин Р. В. Род Лапчатка – *Potentilla* L. // Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб: Мир и семья, 2001. С. 394–452.

Кравченко А. В. Национальный парк «Ладожские шхеры»: предложения к организации. Петрозаводск: European Commission, 2001. 92 с. + 18 рис.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Кравченко А. В., Гнатюк Е. П., Каштанов М.В., Крышень А. М. Сосудистые растения планируемого национального парка «Калевальский» // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 63–74.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Особенности биогеографических провинций Карелии на основе анализа флоры сосудистых растений // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. Биология. Вып. 2. Биогеография Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 59–64.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Значение охраняемых природных территорий приграничной полосы Карелии в сохранении разнообразия флоры // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 82–91.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Сосудистые растения национального парка «Паанаярви» // Тр. КарНЦ РАН. Вып. 12. Сер. Биогеография. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. С. 45–63.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Перспективы развития сети ботанических заказников и памятников природы в Республике Карелия // Сохранение биологического разнообразия наземных и морских экосистем в условиях высоких широт: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., 13–15 апреля 2009 г. Мурманск, 2009. С. 137–141.

Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.

Красная книга РСФСР. Растения. М.: Агропромиздат, 1988. 592 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 44 с.

Научное обоснование развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 112 с.

Национальный парк «Калевальский»: предложения к организации. Петрозаводск: European Comission, 2001. 77 с. + 12 рис.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.

Юрковская Т. К. Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 8–36.

Heikkilä U., Huttunen S., Kravchenko A. et al. Botanical hotspots in the northwest shore of Lake Ladoga // Norrlinia. 1999. T. 7. P. 11–40.

Cajander A. K. Melan Suomen kasvio. Helsinki, 1906. X+ 68+ 764 s.

Räsänen V. Kurkijoen ja sen naapuripitäjien putkilokasvisto // Kuopion Luonnon Ystäväin Yhdistyksen julkaisuja. 1944. Sarja B. T. 2. N 2. 117 s.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki:Finnish Environment Institute, 1998. 351 p.

Vasari Y., Vasari A. Helianthemum nummularium (L.) Mill. in Karelian Republic, Russian Federation // Memor. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1999. T. 75. N 3–4. P. 39–47.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кравченко Алексей Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alex.kravchen@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Кузнецов Олег Леонидович
зав. лаб. болотных экосистем, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Kravchenko, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alex.kravchen@mail.ru
tel.: (8142) 768160

Kuznetsov, Oleg
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 85–99

УДК 581.9 (470.230)

ФЛОРА ЗАКАЗНИКА «РАКОВЫЕ ОЗЕРА» (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. Ю. Доронина

Санкт-Петербургский государственный университет

В статье приводятся сведения о видовом составе сосудистых растений заказника «Раковые озера» (Ленинградская область), для каждого вида указываются основные типы местообитаний, особое внимание уделено охраняемым видам.

Ключевые слова: сосудистые растения, Карельский перешеек, заказник «Раковые озера», охраняемые виды.

A. Yu. Doronina. FLORA OF THE RAKOVYE OZERA NATURE RESERVE (LENINGRAD REGION)

The paper presents data on the species composition of vascular plants in the Rakovye Ozera nature reserve (Leningrad Region), main habitat types are stated for each species, special focus is on protected species species.

Key words: vascular plants, Karelian Isthmus, Rakovye Ozera nature reserve, protected species.

Введение

Государственный природный комплексный заказник «Раковые озера» расположен в центральной части Карельского перешейка, в 40 км к юго-востоку от г. Выборга (рис. 1). Как орнитологический заказник «Раковые озера» организован в 1976 г., с 1996 г. является комплексным заказником регионального значения. Это одна из наиболее ценных в природоохранном отношении ООПТ Ленинградской области, так как служит местом гнездования и стоянки во время миграций большого числа водно-болотных птиц, среди которых значительное количество охраняемых видов. Площадь заказника по уточненным данным составляет 10 521,2 га.

Заказник находится на южной окраине Балтийского кристаллического щита. В юго-западной его части более чем на 6 км с северо-запада на юго-восток протягивается камово-озовая гряда [Заповедная природа.., 2004]. Заказник включает три мелководных озера. Озера Большое Раковое и Малое Раковое – до 1857 г. искусственного образования Лосевской протоки представляли собой один полноводный водоем – оз. Эюряпянъярви (Äyräpäänjärvi). Озеро Охотничье (Muolaanlampi) расположено к юго-западу от оз. Большое Раковое и связано с лежащим к югу от заказника оз. Глубокое (Muolaanjärvi). Водотоки соединяют все озера в единую водную систему, входящую в озерно-речную систему р. Вуоксы (рис. 2). Наиболее крупные реки заказника – Булатная (Salmenkaita) и Пчелинка (Kannilanjoki). В довоенные годы зарастание Раковых озер было приостановлено с помощью плотины на протоке ниже оз. Малое Раковое, однако в 1954 г. она была разобрана и больше не восстанавливалась, поэтому зарастание озер усилилось. Кроме того, на судьбу Раковых озер отрицательно повлияла также попытка частичного спуска оз. Глубокое в

1970-е гг. [Исаченко, 1998]. Озеро Малое Раковое в настоящее время обмелело сильнее всего и превратилось в болото.



Рис. 1. Местоположение государственного природного комплексного заказника «Раковые озера» на территории Карельского перешейка

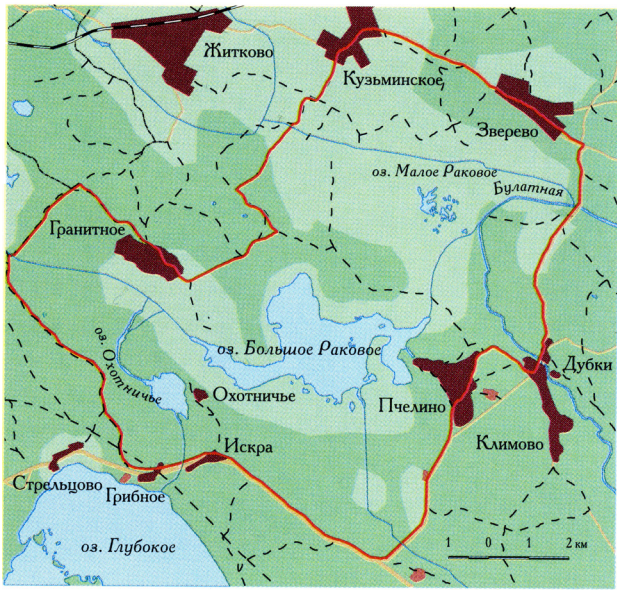


Рис. 2. Карта-схема природного комплексного заказника «Раковые озера»

По геоботаническому районированию Нечерноземья европейской части России территория заказника относится к Балтийско-Ладожскому округу полосы среднетаежных лесов Кольско-Карельской подпровинции Североевропейской таежной провинции [Геоботаническое.., 1989]. Наиболее полные сведения опубликованы о водной, прибрежно-водной и болотной растительности заказника [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a; Боч, Катанская, 1992; Заповедная природа.., 2004]. Лесная растительность заказника до сих пор детально не исследована.

Материалы и методы

Первые сведения о видовом составе сосудистых растений Раковых озер можно найти в довоенных работах финских исследователей L. Pohjala [1933a, b] и L. Pantsar [1933], которые собрали обширный гербарный материал, в основном включающий водные и прибрежно-водные виды: *Isoëtes echinospora*, *I. lacustris*, *Sparganium gramineum*, *Potamogeton rutilus*, *Juncus bulbosus*, *Subularia aquatica*, *Lobelia dortmanna* и др., в настоящее время хранящийся в фондах гербария Ботанического музея Университета г. Хельсинки (H). Здесь имеются сборы и других коллекторов, посетивших Раковые озера в 20–30-х гг. XX в.: L. Fagerström, R. Kallio, E. Palmén, U. Saxén, O.K. Silkkilä и др.

Несмотря на то что Раковые озера издавна привлекали внимание орнитологов, в послевоенное время планомерные флористические исследования начались лишь в 1987 г. сотрудницей кафедры ботаники ЛГУ Н. А. Спасской и студенткой И. Г. Чухиной. В 1988–1990 гг. обследования проводились студенткой Т. В. Барбаш, впоследствии защитившей по флоре заказника дипломную работу, однако флористический список не был опубликован. Среди редких находок этого периода – *Pulsatilla pratensis*, *Euphrasia hirtella*, *Malaxis monophyllos* и др. Собранный гербарий хранится в LECB. Исследования этого периода затронули в основном акватории и прибрежные части озер, а лесные участки остались недостаточно обследованными. Краткие сведения о флоре заказника также можно найти в некоторых работах отечественных и зарубежных исследователей [Lindberg, 1933; Erkamo, 1955; Боч, Катанская, 1992; Баранова, 1999; Красная книга.., 1999, 2000; Заповедная природа.., 2004; Uotila, 2006].

В 2004–2006 гг. территория заказника обследовалась автором, список известных с этой территории видов был существенно дополнен. В частности, впервые в заказнике были найдены *Pulsatilla vernalis*, *P.* x *spuria*, *Botrychium matricariifolium*, *B. lunaria*, *Lycopodiella inundata*, *Hammarbya paludosa*, *Conium maculatum*, *Hyoscyamus niger* и др. [Доронина, 2006, 2007, 2008].

Результаты и обсуждение

Согласно флористическому районированию Карельского перешейка, заказник «Раковые озера» находится на юге Лесогорского флористического района [Доронина, 2007]. В целом видовой состав сосудистых растений характерен для центральной части Карельского пе-

решейка и не отличается большим разнообразием в связи с небогатым набором местообитаний: список сосудистых растений включает 549 видов из 289 родов и 94 семейств.

Еловые леса (в основном ельники-черничники и ельники-кисличники, а на заболоченных участках ельники-долгомошники) с примесью мелколиственных пород, главным образом березы пушистой, произрастают в заказнике на небольших площадях. В целом они флористически бедны: в травяно-кустарничковом ярусе представлен набор самых обычных таежных видов.

Гораздо бóльшие площади занимают сосновые леса: лишайниковые, зеленомошные и чернично-зеленомошные, а в наиболее сырых местах – долгомошные и сфагновые. Примечательны находки в сухих сосновых лесах *Pulsatilla pratensis* и *P. vernalis* – центральноевропейских видов, находящихся на северо-восточных границах ареалов. Интересный участок соснового леса с *Tilia cordata* в I ярусе древостоя отмечен на гряде между озерами Большое Раковое и Охотничье: в травяно-кустарничковом ярусе наряду с типичными таежными видами встречаются *Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis*, *Anemonoides nemorosa*, *Carex digitata*, *Lathyrus vernus*, *Melica nutans* [Доронина, 2007].

По берегам водоемов и водотоков в основном в северной части заказника произрастают черноольшаники. Мелколиственные леса представлены березняками, березово-сероольхово-ивовыми лесами и встречаются главным образом по берегам озер и на землях, в довоенное время использовавшихся финнами под сельскохозяйственные угодья. На перешейке между озерами Большое Раковое и Охотничье у основания озовой гряды отмечены березовые чернично-сфагновые леса. По краям озер произрастают березняки серовейниково-осоковые с примесью ольхи черной.

Значительные площади в заказнике занимают низинные болота, образовавшиеся при зарастании озер. Здесь часто встречаются *Phragmites australis*, *Scolochloa festucacea*, *Glyceria maxima*, *Equisetum fluviatile*, *Iris pseudacorus*, *Scirpus lacustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris*, *Carex acuta*. Верховые и переходные болота заказника составляют меньшие площади и характеризуются типичным набором видов. Из довольно редких болотных видов в западной части заказника найден *Hammarbya paludosa*.

Луга заказника представляют собой зарастающие сельскохозяйственные угодья в основном в окрестностях населенных пунктов. Здесь произрастают обычные широкораспространенные растения. В юго-западной и северо-западной частях заказника встречается редкий на Карельском перешейке вид *Gagea minima*.

К наиболее часто встречающимся водным и прибрежно-водным растениям относятся *Sagittaria sagittifolia*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *Sparganium microcarpum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Stratiotes aloides*, *Elodea canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Butomus umbellatus*, *Typha latifolia* и др. Примечательно, что в заказнике в подходящих местообитаниях нередки *Thelypteris palustris*, *Typha angustifolia*, *Nuphar pumila*, *Ranunculus lingua* и *Scolochloa festucacea* – довольно редкие на Карельском перешейке виды [Доронина, 2007]. На мелководье восточной части оз. Большое Раковое произрастает интродуцированный и одичавший североамериканский вид *Zizania palustris*.

По краям полей, расположенным в заказнике по периферии, найдены археофиты – *Conium maculatum*, *Hyoscyamus niger* и *Myosurus minimus*, редкие на Карельском перешейке [Доронина, 2006].

Число выявленных культивируемых (виды, произрастающие исключительно на приусадебных участках, не рассматривались) и дичающих из культуры видов составляет 41. Ряд из них найден в парке бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово в восточной части заказника. Так, здесь отмечен крупный экземпляр *Larix sibirica*, старые экземпляры *Quercus robur*, встречаются *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *U. laevis*, *Crataegus grayana*, *Corylus avellana*, *Sorbaria sorbifolia*, *Rosa villosa*, *Malus domestica*, *Cerasus vulgaris*, *Ribes rubrum*, *Syringa vulgaris*, *S. josikaea*. Крупные экземпляры *Ulmus laevis* произрастают также вдоль р. Пчелинки. Из культивировавшихся травянистых видов обнаружены *Campanula latifolia*, *Aquilegia vulgaris*, *Lupinus polyphyllus*, *Fragaria moschata*. В настоящее время постройки усадьбы разрушены, парк находится в запущенном состоянии. В дальнейшем не исключено, что некоторые из культивировавшихся здесь в прошлом растений будут расселяться, проникая в состав естественных растительных сообществ.

На обочине Восточно-Выборгского шоссе близ п. Грибное в заказнике отмечен *Galega orientalis* – вид, ранее возделывавшийся в качестве кормового растения в центральной части Карельского перешейка, а сейчас встречающийся здесь только как одичавший [Доронина, 2006, 2007].

На территории заказника в настоящее время найдены два вида, внесенные в Красную книгу Российской Федерации (растения и грибы) [2008] – *Pulsatilla pratensis* и *P. vernalis*. В Красную книгу природы Ленинградской области. Растения и грибы [2000], кроме *Pulsatilla pratensis* и *P. vernalis,* включены *Botrychium matricariifolium* и *Lycopodiella inundata*.

Приводимые в Красной книге природы Ленинградской области. Растения и грибы [2000] для заказника *Dactylorhiza traunsteineri*, *Neottia nidus-avis*, *Viola selkirkii* и *V. uliginosa* при исследованиях в 2004–2006 гг. обнаружены не были, в фондах H и других гербариев образцы этих видов с территории, входящей в состав заказника «Раковые озера», также отсутствуют.

К настоящему времени из состава флоры заказника, вероятно, исчезли такие охраняемые виды, как *Isoëtes echinospora*, *I. lacustris*, *Lobelia dortmanna*, *Juncus bulbosus*. Первые три перечисленных вида включены в Красную книгу Российской Федерации (растения и грибы) [2008] и Красную книгу природы Ленинградской области. Растения и грибы [2000]. Еще в 20–30-е гг. XX в. они встречались в изобилии [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a]. Исчезновение вышеперечисленных растений (по-видимому, в первые послевоенные годы) связано с антропогенным нарушением, приведшим к обмелению озер и, как следствие, сильной эвтрофикации.

В Красные книги Red Data Book of the Baltic Region [1993] и Red Data Book of East Fennoscandia [1998], имеющие рекомендательный характер, внесены соответственно 28 и 24 вида из общего числа.

Заключение

Несмотря на относительно небольшой набор местообитаний, в заказнике выявлены 549 видов сосудистых растений, 5 из которых внесены в Красную книгу Российской Федерации (растения и грибы) [2008] и 7 – в Красную книгу природы Ленинградской области. Растения и грибы [2000]. Исследования позволили заметно расширить представления о видовом составе сосудистых растений заказника и откорректировать перечень видов, подлежащих охране на его территории. Учитывая то, что в границах заказника частично находятся населенные пункты, анализ списка показывает, что, скорее всего, некоторые другие дичающие из культуры виды могут быть выявлены при дальнейших исследованиях.

Аннотированный список видов сосудистых растений

Семейства расположены по системе А. Энглера, виды в пределах семейств – в алфавитном порядке.

Принятые обозначения: Δ – заносный вид, * – культивируемый вид, * Δ – дичающий из культуры вид, † – вероятно исчезнувший вид, **x** – вид гибридного происхождения. РФ – Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) [2008]; ЛО – Красная книга природы Ленинградской области. Растения и грибы [2000]; ВФ – Red Data Book of East Fennoscandia [1998]; БР – Red Data Book of the Baltic Region [1993].

Сем. Athyriaceae Alst.

Athyrium filix-femina (L.) Roth – хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; очень часто.

Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm. – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Сем. Dryopteridaceae Herter

Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs – хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; часто.

D. cristata (L.) A. Gray – мелколиственные леса и черноольшаники, заболоченные берега водоемов; редко. БР – 4.

D. expansa (C. Presl) Fraser-Jenkins et Jermy – хвойные и мелколиственные леса; довольно редко.

D. filix-mas (L.) Schott – хвойные и мелколиственные леса; редко.

Сем. Hypolepidaceae Pichi Sermolli

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn – сосновые и мелколиственные леса, опушки, вырубки; очень часто.

Сем. Onocleaceae Pichi Sermolli

Matteuccia struthiopteris (L.) Tod. – сырые мелколиственные леса, черноольшаники; довольно редко.

Сем. Polypodiaceae Bercht. et J. Presl

Polypodium vulgare L. – замшелые валуны в хвойных лесах в западной части заказника; редко. БР – 4.

Сем. Thelypteridaceae Pichi Sermolli

Phegopteris connectilis (Michx.) Watt – сырые хвойные и мелколиственные леса; довольно часто.

Thelypteris palustris Schott – низинные болота, заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; довольно редко.

Сем. Botrychiaceae Horan.

Botrychium lunaria (L.) Sw. – п. Кузьминское, опушка сухого соснового леса [Доронина, 2006]; окрестности п. Грибное, 104-й км Восточно-Выборгского шоссе, опушка сосняка зеленомошного у вырубки [Uotila, 2006; Доронина, 2008]; редко. БР – 4.

B. matricariifolium (A. Br. ex Döll) W.D.J. Koch – п. Кузьминское, опушка сухого соснового леса [Доронина, 2006]; единственное местонахождение. ЛО – 3; ВФ – 2; БР – 2.

Сем. Equisetaceae Rich. ex DC.

Equisetum arvense L. – луга, опушки, вдоль дорог; часто.

E. fluviatile L. – заболоченные берега водоемов, мелководья, низинные болота, заболоченные черноольшаники; очень часто.

E. hyemale L. – сухие сосновые леса; довольно редко.

E. palustre L. – сырые луга; довольно редко.

E. pratense Ehrh. – мелколиственные, реже хвойные леса, опушки, вдоль дорог; часто.

E. sylvaticum L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки; часто.

Сем. Huperziaceae Rothm.

Huperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank et C. Mart. – еловые и мелколиственные леса, опушки; довольно редко. БР – 4.

Сем. Lycopodiaceae Beauv. ex Mirb.

Diphasiastrum complanatum (L.) Holub – сухие сосновые леса; довольно редко.

D. x *zeilleri* (Rouy) Holub – сухие сосновые леса; редко.

Lycopodiella inundata (L.) Holub – п. Грибное, на ВЛ; там же, на трассе газопровода [Доронина, 2008]; редко. ЛО – 3; БР – 3.

Lycopodium annotinum L. – хвойные, реже мелколиственные леса; часто.

L. clavatum L. – сухие сосновые, реже березово-сосновые леса, опушки; часто.

† Сем. Isoëtaceae Reichenb.

† *Isoëtes echinospora* Durieu – оз. Большое Раковое, 20 VII 1929, N 056864, L. Pohjala, H; там же, 28 VII 1929, N 074309, L. Pantsar, H. [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a]; там же, 22 IX 1939, N 575817, R. Kallio, H. РФ – 2а; ЛО – 3; ВФ – 3; БР – 4.

† *I. lacustris* L. – оз. Большое Раковое, 03 VIII 1929, N 056859, L. Pohjala, H; там же, на глубине 70–1 00 см, 08 VIII 1929, N 074689, L. Pantsar, H [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a]. РФ – 3в; ЛО – 3; БР – 4.

Сем. Pinaceae Lindl.

* Δ *Abies sibirica* Ledeb. – мелколиственные леса.

* *Larix sibirica* Ledeb. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Picea abies (L.) Karst. – хвойные и мелколиственные леса; очень часто.

Pinus sylvestris L. – хвойные и березовые леса, верховые и переходные болота; очень часто.

Сем. Cupressaceae Rich. ex Bartl.

Juniperus communis L. – сухие сосновые и березово-сосновые леса, опушки; часто.

Сем. Typhaceae Juss.

Typha angustifolia L. – заболоченные берега водоемов, мелководья; довольно часто.

T. latifolia L. – заболоченные берега водоемов, мелководья, низинные болота; довольно часто.

Сем. Sparganiaceae Hanin

Sparganium angustifolium Michx. – озера; редко.

S. emersum Rehm. – водоемы; часто.

S. gramineum Georgi – оз. Большое Раковое, 03 VIII 1929, N 047583, L. Pohjala, H; там же, 06 VIII 1929, N 060862, L. Pantsar, H; там же, на глубине 70 см, 11 VIII 1929, N 064278, L. Pantsar, H [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933 a]; очень редко. ВФ – 3.

S. microcarpum (Neum.) Raunk. – заболоченные берега водоемов, мелководья; часто.

S. minimum Wallr. – заболоченные берега водоемов, мелководья, низинные болота; часто.

Сем. Potamogetonaceae Bercht. et J. Presl

Potamogeton alpinus Balb. – озера; довольно часто.

P. berchtoldii Fieb. – водоемы; часто.

P. natans L. – водоемы; очень часто.

P. obtusifolius Mert. ex Koch – озера; довольно часто.

P. perfoliatus L. – водоемы; очень часто.

†*P. rutilus* Wolfg. – окрестности п. Пчелино, оз. Большое Раковое (1930, N 057359, L. Pantsar, H; 04 VIII 1930, N 222585, L. Pohjala, H; 07 VIII 1930, N 222580, L. Pohjala, H; 18 VII 1931, N 047726, L. Pohjala, H; 22 VIII 1931, N 047725, 222582–222584, L. Pohjala, H) [Lindberg, 1933; Pantsar, 1933; Pohjala, 1933 a,b; Erkamo, 1955]; 22 VII 1939, N 222581, 222586, L. Pohjala, H [Erkamo, 1955]; 22 VII 1939, L. Pohjala, S [Erkamo, 1955]. ВФ – 3.

Сем. Juncaginaceae Rich.

Triglochin palustre L. – сырые луга, заболоченные берега водоемов; довольно редко.

Сем. Scheuchzeriaceae Rudolphi

Scheuchzeria palustris L. – мочажины верховых и переходных болот; часто.

Сем. Alismataceae Vent.

Alisma plantago-aquatica L. – заболоченные берега водоемов, мелководья, низинные болота; очень часто.

Sagittaria sagittifolia L. – водоемы; часто.

Сем. Butomaceae Mirb.

Butomus umbellatus L. – озера; довольно часто. ВФ – 4.

Сем. Hydrocharitaceae Bercht. et J. Presl

Δ *Elodea canadensis* Michx. – водоемы; часто.

Hydrocharis morsus-ranae L. – водоемы, обводненные участки низинных болот; часто.

Stratiotes aloides L. – озера; очень часто.

Сем. Poaceae Barnhart

Agrostis canina L. – сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

A. capillaris L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; очень часто.

A. gigantea Roth – сырые луга, опушки мелколиственных лесов; довольно редко.

A. stolonifera L. – сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

Alopecurus aequalis Sobol. – сырые луга и берега водоемов; редко.

A. geniculatus L. – сырые луга и берега водоемов; довольно часто.

A. pratensis L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; часто.

Antoxanthum odoratum L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вырубки; очень часто.

Avenella flexuosa (L.) Drej. – сосновые, реже мелколиственные леса, опушки, вырубки; очень часто.

* *Avena sativa* L. – поля.

Briza media L. – луга; довольно редко.

Bromopsis inermis (Leyss.) Holub – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

Calamagrostis arundinacea (L.) Roth – хвойные и мелколиственные леса, опушки; очень часто.

C. canescens (Web.) Roth – сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники, низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; очень часто.

C. epigeios (L.) Roth – сухие сосновые леса, опушки, реже опушки еловых и березовых лесов, вырубки, вдоль дорог; часто.

C. neglecta (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb. – низинные болота и заболоченные берега водоемов; очень часто.

C. phragmitoides C. Hartm. – низинные болота и заболоченные берега водоемов; очень часто.

Dactylis glomerata L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; очень часто.

Deschampsia cespitosa (L.) Beauv. – луга, мелколиственные леса, черноольшаники, поля многолетних трав, вырубки; очень часто.

Elytrigia repens (L.) Nevski – луга, поля, вдоль дорог; часто.

Elymus caninus (L.) L. – мелколиственные леса; довольно часто.

* Δ *Festuca arundinacea* Schreb. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог; довольно часто.

F. ovina L. – сухие сосновые леса и опушки; довольно часто.

F. pratensis Huds. – сухие опушки хвойных и мелколиственных лесов, луга, поля многолетних трав; часто.

F. rubra L. – луга, сухие опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

Glyceria fluitans (L.) R. Br. – сырые заболоченные берега водоемов, низинные болота; часто.

G. maxima (C. Hartm.) Holmb. – прибрежная зона и мелководья озер; часто.

G. notata Chevall. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; часто.

Hierochloë arctica C. Presl – сырые и заболоченные луга, опушки мелколиственных лесов; довольно редко.

* Δ *Lolium perenne* L. – край поля многолетних трав к югу от п. Пчелино.

Melica nutans L. – сосновые и мелколиственные леса; довольно часто.

Milium effusum L. – хвойные и мелколиственные леса; довольно редко.

Molinia coerulea (L.) Moench – заболоченные хвойные и мелколиственные леса; часто.

Phalaroides arundinacea (L.) Rauschert – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота, реже поля многолетних трав; часто.

Phleum pratense (L.) Karst. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; очень часто.

Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud. – сырые и заболоченные берега и мелководья водоемов, низинные болота, черноольшаники; очень часто.

Poa angustifolia L. – сухие луга, сухие сосновые леса и опушки; довольно часто.

P. annua L. – луга, сырые берега водоемов, поля, вдоль дорог; очень часто.

P. compressa L. – луга; довольно часто.

P. nemoralis L. – незаболоченные сосновые леса; довольно часто.

P. palustris L. – сырые и заболоченные мелколиственные леса и опушки, черноольшаники, низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; очень часто.

P. pratensis L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; очень часто.

P. trivialis L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов; довольно часто.

Scolochloa festucacea (Willd.) Link – сырые и заболоченные берега водоемов, мелководья, низинные болота; довольно часто.

* Δ *Zizania palustris* L. – озера.

Сем. Cyperaceae Juss.

Carex acuta L. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота, сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса; очень часто.

C. acutiformis Ehrh. – низинные болота; редко. ВФ – 3.

C. appropinquata Schum. – низинные болота; редко. ВФ – 3.

C. aquatilis Wahlenb. – заболоченные участки трассы газопровода; редко.

C. brunnescens (Pers.) Poir. – хвойные и мелколиственные леса; довольно редко.

C. cespitosa L. – заболоченные мелколиственные, реже сосновые леса, низинные болота; часто.

C. chordorrhiza Ehrh. – верховые и переходные, реже низинные болота; очень часто.

C. cinerea Poll. – заболоченные хвойные и мелколиственные леса, заболоченные черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; очень часто.

C. diandra Schrank – низинные и переходные болота; часто.

C. digitata L. – хвойные леса; довольно редко.

C. dioica L. – низинные болота; довольно редко.

C. echinata Murr. – заболоченные сосновые и мелколиственные леса, верховые и переходные болота; очень часто.

C. elata All. – сырые и заболоченные берега водоемов; довольно редко.

C. elongata L. – заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, низинные болота; довольно редко.

C. ericetorum Poll. – сухие сосновые леса, вырубки; часто.

C. flava L. – сырые луга, сырой участок ВЛ; довольно редко.

C. globularis L. – сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса, переходные болота; часто.

C. juncella (Fries) Th. Fries – заболоченные хвойные и мелколиственные леса; довольно редко.

C. lasiocarpa Ehrh. – верховые, переходные и низинные болота, заболоченные хвойные и мелколиственные леса; очень часто.

C. leporina L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

C. limosa L. – верховые и переходные болота, заболоченные берега озер; очень часто.

C. nigra (L.) Reichard – сырые и заболоченные берега водоемов, сырые и заболоченные луга, низинные болота, сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса; очень часто.

C. omskiana Meinsh. – заболоченные берега озер; редко. ВФ – 3.

C. pallescens L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки; часто.

C. pauciflora Lightf. – верховые и переходные болота; очень часто.

C. paupercula Michx. – верховые и переходные болота, заболоченные берега озер; довольно часто.

Δ *C. praecox* Schreb. – вдоль дорог, сухие луга, ВЛ близ грунтовой дороги на юго-западной границе заказника; редко.

C. pseudocyperus L. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; довольно редко. ВФ – 2.

C. rhynchophysa C. A. Mey. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; довольно редко.

C. rostrata Stokes – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные и переходные болота; очень часто.

C. serotina Mérat – сырые и заболоченные луга; редко.

C. vesicaria L. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота, заболоченные мелколиственные леса; часто.

Eleocharis acicularis (L.) Roem. et Schult. – прибрежная зона озер; часто.

E. mamillata Lindb. fil. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; довольно редко. ВФ – 3.

E. palustris (L.) Roem. et Schult. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; очень часто.

Eriophorum gracile Koch – переходные и низинные болота; редко. ВФ – 3; БР – 4.

E. latifolium Hoppe – низинные болота; довольно часто. ВФ – 4.

E. polystachyon L. – низинные и переходные болота, заболоченные берега водоемов; очень часто.

E. vaginatum L. – верховые и переходные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные сосновые, березово-сосновые и березовые леса; очень часто.

Rhynchospora alba (L.) Vahl – верховые и переходные болота; довольно редко.

Scirpus lacustris L. – сырые и заболоченные берега водоемов, мелководья; часто.

S. radicans Schkuhr – сырые и заболоченные берега водоемов, сырые участки трассы газопровода и ВЛ; довольно редко. БР – 4.

S. sylvaticus L. – сырые мелколиственные, реже хвойные леса, черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; очень часто.

Trichophorum alpinum (L.) Pers. – верховые и переходные болота; редко.

Сем. Araceae Juss.

Calla palustris L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные хвойные и мелколиственные леса, заболоченные черноольшаники; очень часто.

Сем. Lemnaceae Martinov

Lemna minor L. – водоемы, обводненные участки низинных болот; довольно часто.

L. trisulca L. – водоемы; довольно часто.

Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. – водоемы; довольно часто.

Сем. Juncaceae Juss.

Juncus articulatus L. – сырые и заболоченные берега водоемов, сырые грунтовые дороги; часто.

J. bufonius L. – сырые берега водоемов, сырые грунтовые дороги; довольно часто.

† *J. bulbosus* L. – оз. Большое Раковое, 20 VII 1929, N 056844, L. Pohjala, H; там же, на глубине 70 см, 08 VIII 1929, N 224620, L. Pantsar, H; там же, 09 VIII 1930, N 050944, L. Pantsar, H [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a]. ВФ – 4; БР – 3.

J. compressus Jacq. – берега водоемов; довольно часто.

J. conglomeratus L. – сырые и заболоченные луга; довольно редко.

J. effusus L. – сырые мелколиственные леса, сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; часто.

J. filiformis L. – сырые луга, окраины низинных и переходных болот, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

J. ranarius Song. et Perrier ex Billot – сырые берега водоемов; довольно редко.

Δ *J. tenuis* Willd. – грунтовые дороги, сырые луга; редко.

Luzula multiflora (Ehrh.) Lej. – сырые луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вырубки; часто.

L. pallescens (Wahl.) Bess. – мелколиственные леса; довольно часто.

L. pilosa (L.) Willd. – хвойные и мелколиственные леса; очень часто.

Сем. Liliaceae Juss.

Gagea minima (L.) Ker-Gawl. – сырые луга в юго-западной (близ ВЛ у фермерского хозяйства «Ильвес») и северо-западной частях заказника; редко.

Сем. Convallariaceae Horan.

Convallaria majalis L. – незаболоченные хвойные и мелколиственные леса; часто.

Maianthemum bifolium (L.) F.W. Schmidt – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Polygonatum odoratum (Mill.) Druce – сухие сосновые и березово-сосновые леса; довольно часто.

Сем. Trilliaceae Lindl.

Paris quadrifolia L. – мелколиственные, реже хвойные леса; довольно редко.

Сем. Iridaceae Juss.

* *Iris germanica* L. – только в культуре.

I. pseudacorus L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; довольно часто.

Сем. Orchidaceae Juss.

Dactylorhiza fuchsii (Druce) Soó – заболоченные хвойные и мелколиственные леса; довольно часто. БР – 4.

D. incarnata (L.) Soó – переходные болота; редко. ВФ – 4.

D. maculata (L.) Soó – заболоченные хвойные и мелколиственные леса, низинные и переходные болота; довольно часто. БР – 4.

Goodyera repens (L.) R. Br. – хвойные леса; довольно редко. БР – 4.

Hammarbya paludosa (L.) O. Kuntze – окрестности п. Стрельцово близ фермерского хозяйства «Ильвес», западный берег оз. Охотничье, переходное болото, 25 VII 2004, N 999, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006]; единственное местонахождение. ВФ – 3; БР – 4.

Malaxis monophyllos (L.) Sw. – березняк между озерами Охотничье и Большое Раковое, у тропы; очень редко. ВФ – 2.

Platanthera bifolia (L.) Rich. – мелколиственные леса; довольно редко. ВФ – 3; БР – 4.

Сем. Salicaceae Mirb.

* *Populus balsamifera* L. – только в культуре.

P. tremula L. – хвойные и мелколиственные леса, вырубки; очень часто.

* *Salix alba* L. – только в культуре.

S. aurita L. – сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса и опушки, переходные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; очень часто.

S. caprea L. – мелколиственные, реже хвойные леса и опушки, вырубки; часто.

S. cinerea L. – сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса и опушки, низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

* *S. fragilis* L. – только в культуре.

S. lapponum L. – низинные и переходные болота, заболоченные участки ВЛ и трассы газопровода; довольно редко.

S. myrsinifolia Salisb. – сырые хвойные и мелколиственные леса и опушки, сырые и заболоченные берега водоемов; очень часто.

S. myrtilloides L. – переходные болота; редко.

S. pentandra L. – берега водоемов, преимущественно мелколиственные леса и опушки; часто.

S. phylicifolia L. – низинные болота, берега водоемов; часто.

S. rosmarinifolia L. – низинные болота, сырые участки ВЛ и трассы газопровода; довольно редко.

S. starkeana Willd. – опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

S. triandra L. – берега водоемов; довольно редко. ВФ – 4.

Сем. Betulaceae S.F. Gray

Alnus glutinosa (L.) Gaertn. – черноольшаники, сырые мелколиственные, реже хвойные леса, сырые и заболоченные берега водоемов; очень часто.

A. incana (L.) Moench – мелколиственные и хвойные леса; очень часто.

Betula nana L. – верховые болота, заболоченные сосновые леса; довольно редко.

B. pendula Roth – мелколиственные и хвойные леса; очень часто.

B. pubescens Ehrh. – мелколиственные и хвойные леса, верховые, переходные и низинные болота; очень часто.

* *Corylus avellana* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Сем. Fagaceae Dumort.

Quercus robur L. – хвойные и мелколиственные леса; парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово; редко.

Сем. Ulmaceae Mirb.

* *Ulmus glabra* Huds. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

* *U. laevis* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово; вдоль р. Пчелинка в п. Климово.

Сем. Cannabaceae Martinov

Humulus lupulus L. – сырые мелколиственные леса и черноольшаники; довольно редко.

Сем. Urticaceae Juss.

Urtica dioica L. – мелколиственные леса, поля; часто.

Сем. Polygonaceae Juss.

Δ *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve – поля, вдоль дорог; часто.

Persicaria amphibia (L.) Delarbre – водоемы; часто.

P. hydropiper (L.) Delarbre – сырые мелколиственные леса, сырые луга и берега водоемов, поля многолетних трав; часто.

P. lapathifolia (L.) Delarbre – сырые берега водоемов, вдоль дорог; часто.

Δ *P. tomentosa* (Schrank) Bicknell – поля; довольно редко.

Polygonum aviculare L. – поля, вдоль дорог; часто.

P. neglectum Bess. – вдоль дорог; довольно часто.

Rumex acetosa L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; очень часто.

R. acetosella L. – луга, сухие опушки сосновых и мелколиственных лесов, вырубки; часто.

R. aquaticus L. – низинные болота, заболоченные берега водоемов; довольно часто.

Δ *R. confertus* Willd. – вдоль асфальтированных дорог; очень редко.

R. crispus L. – луга, поля; довольно часто.

R. hydrolapathum Huds. – заболоченные берега водоемов; довольно часто. ВФ – 4.

Δ *R. longifolius* DC. – поля, вдоль дорог, ВЛ, трасса газопровода; довольно часто.

R. maritimus L. – сырые берега озер; редко. ВФ – 4.

R. sylvestris (Lam.) Wallr. – вдоль дорог; довольно редко.

R. thyrsiflorus Fingerh. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

Сем. Chenopodiaceae Vent.

Δ *Atriplex patula* L. – поля, вдоль дорог, ВЛ; довольно часто.

A. prostrata Boucher ex DC. – сырые берега водоемов, поля; довольно часто.

Δ *Chenopodium album* L. – поля, вдоль дорог, ВЛ; часто.

Δ *C. glaucum* L. – поля; довольно часто.

Δ *C. polyspermum* L. – поля; редко.

Δ *C. rubrum* L. – поля; довольно часто.

Сем. Caryophyllaceae Juss.

Arenaria serpyllifolia L. – вдоль дорог; очень редко.

Cerastium arvense L. – луга, вдоль дорог; довольно редко.

C. holosteoides Fries – луга, поля многолетних трав; часто.

Coccyganthe flos-cuculi (L.) Fourr. – опушки сырых хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; довольно часто.

Dianthus deltoides L. – луга, опушки сухих сосновых и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; часто.

Herniaria glabra L. – вдоль дорог; редко.

Melandrium album (Mill.) Garcke – луга, поля, вдоль дорог; довольно редко.

M. dioicum (L.) Coss. et Germ. – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Moehringia trinervia (L.) Clairv. – сырые мелколиственные леса; часто.

Oberna behen (L.) Ikonn. – луга, опушки сухих сосновых и мелколиственных лесов, вдоль дорог; довольно часто.

Sagina procumbens L. – поля, вдоль дорог; часто.

Scleranthus annuus L. – сухие сосновые леса и опушки, вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

Silene nutans L. – сосновые леса; довольно часто.

Spergula arvensis L. – поля, вырубки; часто.

Spergularia rubra (L.) J. et C. Presl – вдоль дорог, ВЛ, трасса газопровода; довольно редко.

Stellaria graminea L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; очень часто.

S. holostea L. – хвойные и мелколиственные леса; довольно часто.

S. longifolia Muehl. ex Willd. – сырые мелколиственные, реже хвойные леса; довольно редко.

S. media (L.) Vill. – сырые мелколиственные леса, поля, вырубки, вдоль дорог; довольно часто.

S. nemorum L. – мелколиственные, реже хвойные леса и черноольшаники; довольно часто.

S. palustris Retz. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

Viscaria viscosa (Scop.) Aschers. – опушки сухих сосновых и березово-сосновых лесов, луга; довольно часто.

Сем. Nymphaeaceae Salisb.

Nuphar lutea (L.) Smith – водоемы; часто.

N. pumila (Timm) DC. – озера; довольно часто.

Nymphaea candida J. Presl – озера, обводненные участки низинных болот; часто.

Сем. Ceratophyllaceae S.F. Gray

Ceratophyllum demersum L. – водоемы; довольно часто.

Сем. Ranunculaceae Juss.

* *Aquilegia vulgaris* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Anemonoides nemorosa (L.) Holub – мелколиственные, реже хвойные леса; часто.

Batrachium dichotomum (Sibth.) Spach – водоемы; довольно часто.

Caltha palustris L. – заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, реже заболоченные хвойные леса, заболоченные берега водоемов; часто.

Δ *Myosurus minimus* L. – окрестности п. Грибное, 105-й км Восточно-Выборгского шоссе, поле с *Phleum pratense* и *Vicia sativa*, 02 VI 2005, N 2420, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006]; единственное местонахождение.

Pulsatilla pratensis (L.) Mill.[1] – окрестности п. Гриб-ное, 104-й км Восточно-Выборгского шоссе, опушка сосняка зеленомошного у вырубки, 02 VI 2005, N 2345, А. Доронина, LECB; там же, опушка сосняка лишайниково-зеленомошного на заросшей дороге с вырубки, 02 VI 2005, А. Доронина, LECB; там же, 105-й км Восточно-Выборгского шоссе, опушка сосняка луговикового напротив деревянного дома, 02 VI 2005, N 2416, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006]; очень редко. РФ – 3б; ЛО – 2; ВФ – 3; БР – 3.

P. vernalis (L.) Mill. – окрестности п. Кузьминское, восточный склон оза у старой траншеи близ шоссе, сосняк чернично-бруснично-зеленомошный, 28 VI 2006 [Доронина, 2008]; единственное местонахождение. РФ – 2б; ЛО – 2; ВФ – 3; БР – 2.

Ranunculus acris L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вырубки; очень часто.

R. auricomus L. s.l. – мелколиственные леса, опушки хвойных и мелколиственных лесов, луга; часто.

R. fallax (Wimm. et Graebn.) Sloboda s.l. – мелколиственные леса; довольно редко.

R. lingua L. – озера; часто.

R. polyanthemos L. – луга, опушки сухих сосновых и березовых лесов; часто.

R. repens L. – сырые луга, сырые мелколиственные леса и черноольшаники, сырые берега водоемов, поля, вдоль дорог; очень часто.

R. sceleratus L. – сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота, заболоченные луга и поля; часто.

Thalictrum flavum L. – сырые мелколиственные леса, сырые берега водоемов; часто.

Trollius europaeus L. – сырые мелколиственные леса и опушки; довольно часто.

Сем. Papaveraceae Juss.

Δ *Chelidonium majus* L. – мелколиственные леса, ВЛ; довольно редко.

Сем. Fumariaceae DC.

Δ *Fumaria officinalis* L. – поля, вдоль дорог; довольно часто.

Сем. Brassicaceae Burnett

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. – опушки сухих сосновых лесов, вдоль дорог; довольно редко.

Δ *Barbarea arcuata* (Opiz ex J. et C. Presl) Reichenb. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

B. stricta Andrz. – сырые мелколиственные леса; довольно редко. БР – 4.

Δ *Berteroa incana* (L.) DC. – луга, вдоль дорог; довольно редко.

---

[1] *P.* x *spuria* Camus – стерильный гибрид между *P. pratensis* и *P. vernalis* найден в окрестностях п. Грибное, между 103-м и 104-м км Восточно-Выборгского шоссе, на опушке сосняка чернично-зеленомошного, 28 V 2005, N 2058, 2737, А. Доронина, LECB; там же, 104-й км Восточно-Выборгского шоссе, опушка сосняка лишайниково-зеленомошного напротив заросшей дороги с вырубки, 02 VI 2005, N 2347, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006; Uotila, 2006].

Δ *Bunias orientalis* L. – луга, вдоль дорог; довольно часто.

Δ *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. – поля, вдоль дорог; довольно часто.

Cardamine amara L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

C. dentata Schult. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

Cardaminopsis arenosa (L.) Hayek. – опушки сухих сосновых лесов, вдоль дорог; довольно часто.

Erophila verna (L.) Bess. – опушки сухих сосновых лесов; очень редко. ВФ – 4.

Δ *Erysimum cheiranthoides* L. – поля, вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

Δ *Lepidium ruderale* L. – вдоль дорог; довольно редко.

Δ *Raphanus raphanistrum* L. – поля, вдоль дорог; довольно часто.

Rorippa palustris (L.) Bess. – заболоченные мелколиственные леса, низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

R. sylvestris (L.) Bess. – опушки мелколиственных и хвойных лесов; редко.

Δ *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. – вдоль дорог; редко.

Subularia aquatica L. – озера; редко. ВФ – 2.

Δ *Thlaspi alpestre* L. – мелколиственные леса, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; довольно редко.

Δ *T. arvense* L. – поля, вдоль дорог; довольно редко.

Turritis glabra L. – опушки хвойных и мелколиственных лесов; довольно часто.

Сем. Droseraceae Salisb.

Drosera anglica Huds. – верховые и переходные болота; довольно часто.

D. x *obovata* Mert. et Koch. – верховые и переходные болота; редко.

D. rotundifolia L. – верховые и переходные болота; довольно часто.

Сем. Crassulaceae J. St.-Hil.

Hylotelephium decumbens (Lucé) Byalt – опушки сухих сосновых лесов; довольно редко.

Sedum acre L. – опушки сухих сосновых лесов; довольно редко.

Сем. Saxifragaceae Juss.

Chrysosplenium alterniflorum L. – сырые мелколиственные леса, черноольшаники; довольно часто.

Сем. Hydrangeaceae Dumort.

* *Philadelphus latifolius* Schrad. ex DC. – только в культуре.

Сем. Grossulariaceae DC.

Ribes nigrum L. – сырые мелколиственные леса и черноольшаники, реже сырые еловые леса, в культуре; довольно часто.

* *R. rubrum* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

R. spicatum Robson – мелколиственные, реже еловые леса; довольно часто.

Сем. Rosaceae Juss.

Alchemilla acutangula Bus. – луга, поля многолетних трав; часто.

A. baltica Sam. ex Juz. – луга, поля многолетних трав; довольно часто.

A. micans Bus. – луга, поля многолетних трав; часто.

A. monticola Opiz – луга, поля многолетних трав; довольно часто.

A. sarmatica Juz. – луга, поля многолетних трав; довольно часто.

* Δ *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch – одичавшее на опушках хвойных и мелколиственных лесов, в культуре.

* *Cerasus vulgaris* Mill. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Comarum palustre L. – низинные и переходные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; очень часто.

* *Crataegus grayana* Eggl. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Filipendula denudata (J. et C. Presl) Fritsch – сырые и заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, реже сырые и заболоченные хвойные леса, опушки, сырые берега водоемов; очень часто.

F. ulmaria (L.) Maxim. – опушки сырых и заболоченных мелколиственных, реже хвойных лесов; очень часто.

Fragaria moschata (Duch.) Weston – мелколиственные леса, опушки хвойных и мелколиственных лесов, парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово; довольно редко.

F. vesca L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки; часто.

Geum rivale L. – сырые мелколиственные, реже хвойные леса, сырые луга, поля многолетних трав; часто.

G. urbanum L. – мелколиственные леса; часто.

* *Malus domestica* Borkh. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

* Δ *M. sylvestris* Mill. – опушки хвойных и мелколиственных лесов.

Padus avium Mill. – мелколиственные леса и черноольшаники, реже хвойные леса, опушки, берега водоемов; часто.

Potentilla anserina L. – луга, поля, вдоль дорог; довольно часто.

P. argentea L. – сухие луга, сухие сосновые леса и опушки; часто.

P. erecta (L.) Raeusch. – луга, хвойные и мелколиственные леса и опушки; часто.

P. goldbachii Rupr. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

P. intermedia L. – опушки хвойных и мелколиственных лесов; довольно редко.

P. norvegica L. – луга, поля, вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

Rosa majalis Herrm. – сосновые леса; довольно редко.

* *R. pimpinellifolia* L. – только в культуре.

* *R. rugosa* Thunb. – только в культуре.

* *R. villosa* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Rubus arcticus L. – сырые березняки, ВЛ у Восточно-Выборгского шоссе, в зарослях ив; редко. БР – 3.

R. chamaemorus L. – верховые болота, заболоченные хвойные леса; часто.

R. idaeus L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки, вырубки, вдоль дорог; часто.

R. nessensis W. Hall. – опушки сосновых и мелколиственно-сосновых лесов в юго-западной части заказника; очень редко.

R. saxatilis L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки; часто.

Sorbus aucuparia L. – хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; часто.

**Spiraea chamaedrifolia* L. – только в культуре.

* *S. salicifolia* L. – только в культуре.

* *S.* x *vanhouttei* (Briot) Carrière [*S. cantonensis* Lour. x *S. trilobata* L.] – только в культуре.

**Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Сем. Fabaceae Lindl.

* *Caragana arborescens* Lam. – только в культуре.

Chrysaspis aurea (Poll.) Greene – луга, вдоль дорог; довольно редко.

C. spadicea (L.) Greene – сырые луга; довольно редко.

* Δ *Galega orientalis* Lam. – окрестности п. Грибное, обочина дороги у 104-го км Восточно-Выборгского шоссе, 17 VII 2004, N 936, А. Доронина, LECB; там же, обочина грунтовой дороги у строений близ левого берега протоки между озерами Глубокое и Охотничье, N 2654, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006, 2007].

Lathyrus pratensis L. – луга, поля многолетних трав, опушки хвойных и мелколиственных лесов; очень часто.

L. sylvestris L. – опушки сосновых лесов; довольно редко.

L. vernus (L.) Bernh. – сосновые и мелколиственные леса; довольно редко. ВФ – 4.

* *Lupinus polyphyllus* Lindl. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Δ *Medicago lupulina* L. – вдоль дорог; довольно редко.

Δ *Melilotus albus* Medik. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог, ВЛ; довольно часто.

Δ *M. officinalis* (L.) Pall. – вдоль дорог; довольно часто.

Trifolium arvense L. – луга, опушки сосновых лесов; довольно редко.

Δ *T. hybridum* L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; довольно редко.

T. medium L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

T. pratense L. – луга, поля многолетних трав, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; очень часто.

T. repens L. – луга, поля, вдоль дорог, вырубки; очень часто.

Vicia cracca L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; очень часто.

* *V. sativa* L. – поля.

V. sepium L. – мелколиственные леса, луга, поля многолетних трав, вырубки; часто.

V. sylvatica L. – опушки сосново-мелколиственных лесов; довольно редко.

Δ *V. tetrasperma* (L.) Schreb. – поля, вдоль дорог; довольно редко.

Сем. Geraniaceae Juss.

Δ *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. – поля, вдоль дорог; довольно редко.

Geranium palustre L. – луга, сырые опушки хвойных и мелколиственных лесов, сырые берега водоемов; довольно часто.

G. pratense L. – луга, вдоль дорог; довольно редко.

G. sylvaticum L. – мелколиственные, реже хвойные леса и опушки; часто.

Сем. Oxalidaceae R. Br.

Oxalis acetosella L. – хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; часто.

Сем. Euphorbiaceae Juss.

Δ *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. – луга, вдоль дорог; довольно часто.

Сем. Callitrichaceae Link

Callitriche cophocarpa Sendtner – водоемы; довольно редко.

C. hermaphroditica L. – водоемы; редко.

C. palustris L. – водоемы; довольно часто.

Сем. Empetraceae Hook. et Lindl.

Empetrum nigrum L. – верховые болота, заболоченные сосновые леса; часто.

Сем. Aceraceae Juss.

Acer platanoides L. – мелколиственные, реже хвойные леса, парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово; редко.

Сем. Balsaminaceae A. Rich.

Impatiens noli-tangere L. – мелколиственные леса и черноольшаники; довольно часто.

Сем. Rhamnaceae Juss.

Frangula alnus Mill. – хвойные и мелколиственные леса, низинные болота; довольно часто.

Сем. Tiliaceae Juss.

Tilia cordata Mill. – сосновые леса в юго-западной части заказника между озерами Охотничье и Большое Раковое; у старых фундаментов на опушке березово-соснового леса вдоль Восточно-Выборгского шоссе; парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово; редко.

Сем. Hypericaceae Juss.

Hypericum maculatum Crantz – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав; очень часто.

H. perforatum L. – луга, опушки сухих хвойных и мелколиственных лесов; довольно часто.

Сем. Elatinaceae Dumort.

Elatine hydropiper L. – озера; редко.

Сем. Violaceae Batsch

Δ *Viola arvensis* Murr. – поля, вдоль дорог, ВЛ; довольно часто.

V. canina L.[1] – хвойные и мелколиственные леса и опушки; довольно часто.

---

[1] В заказнике встречаются также следующие стерильные гибриды: *V.* x *baltica* W. Becker [*V. canina* x *V. riviniana*]; *V.* x *litoralis* Spreng. [*V. canina* x *V. nemoralis*].

V. epipsila Ledeb. – низинные болота, сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса, сырые и заболоченные черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

V. nemoralis Kütz. – хвойные и мелколиственные леса и опушки; довольно часто.

V. palustris L. – низинные болота, заболоченные еловые и мелколиственные леса, заболоченные черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто.

V. riviniana Reichenb. – хвойные и мелколиственные леса; довольно часто.

V. tricolor L. – луга, поля, вдоль дорог; довольно редко.

Сем. Lythraceae J. St.-Hil.

Lythrum salicaria L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

Сем. Onagraceae Juss.

Chamaenerion angustifolium (L.) Scop. – опушки хвойных и мелколиственных лесов, луга, вырубки; очень часто.

Circaea alpina L. – еловые и мелколиственные леса; довольно редко.

Δ *Epilobium adenocaulon* Hausskn. – берега водоемов, луга, вдоль дорог; часто.

E. collinum C. C. Gmel. – опушки сухих сосновых лесов; довольно редко.

E. montanum L. – опушки мелколиственных лесов, берега водоемов; довольно часто.

E. palustre L. – низинные болота, сырые и заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, реже сырые и заболоченные хвойные леса, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

Сем. Haloragaceae R. Br.

Myriophyllum alterniflorum DC. – водоемы; довольно часто.

M. sibiricum Kom. – водоемы; довольно часто.

Сем. Hippuridaceae Link

Hipputis vulgaris L. – низинные болота, заболоченные берега и прибрежная зона водоемов; часто.

Сем. Apiaceae Lindl.

Aegopodium podagraria L. – мелколиственные, реже хвойные леса и опушки; довольно часто.

Angelica sylvestris L. – мелколиственные, реже хвойные леса и опушки; часто.

Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm. – мелколиственные леса, луга, поля многолетних трав; часто.

Carum carvi L. – луга; довольно часто.

Cicuta virosa L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; довольно часто.

Δ *Conium maculatum* L. – п. Кузьминское, опушка сосново-мелколиственного леса, в зарослях *Urtica dioica*, *Anthriscus sylvestris*, *Chenopodium album*, 22 VII 2004, около 10 экз., N 1086, 1097, 1113, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006]; единственное местонахождение.

Heracleum sibiricum L. – луга, вдоль дорог; часто.

* Δ *H. sosnowskyi* Manden. – вдоль дорог, поля многолетних трав; довольно редко.

Pimpinella saxifraga L. – опушки хвойных и мелколиственных лесов, луга, вдоль дорог; часто.

Thyselium palustre (L.) Raf. – низинные и переходные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники; часто.

Сем. Cornaceae Bercht. et J. Presl

* *Swida alba* (L.) Opiz – только в культуре.

Сем. Pyrolaceae Lindl.

Chimaphila umbellata (L.) W. Barton – сухие сосновые и березово-сосновые леса; редко. ВФ – 4; БР – 4.

Moneses uniflora (L.) A. Gray – сырые и заболоченные сосновые и березово-сосновые леса; довольно редко.

Ortilia secunda (L.) House – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Pyrola chlorantha Sw. – сухие сосновые и березово-сосновые леса; редко.

P. media Sw. – хвойные и мелколиственные леса; редко.

P. minor L. – хвойные и мелколиственные леса; часто.

P. rotundifolia L. – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Сем. Monotropaceae Nutt.

Hypopitys monotropa Crantz – зеленомошные хвойные леса; довольно редко.

Сем. Ericaceae Juss.

Andromeda polifolia L. – верховые и переходные болота, заболоченные сосновые леса; часто.

Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng. – сухие сосновые леса; часто. БР – 4.

Calluna vulgaris (L.) Hull – сухие сосновые и березово-сосновые леса, вырубки, верховые болота; часто.

Chamaedaphne calyculata (L.) Moench – верховые и переходные болота, заболоченные сосновые леса; часто.

Ledum palustre L. – верховые и переходные болота, заболоченные сосновые и березово-сосновые леса; очень часто.

Oxycoccus microcarpus Turcz. ex Rupr. – верховые и переходные болота; редко.

O. palustris Pers. – верховые, переходные и низинные болота, реже заболоченные сосновые леса; очень часто.

Vaccinium myrtillus L. – хвойные и мелколиственные леса и опушки; очень часто.

V. uliginosum L. – верховые и переходные болота, заболоченные сосновые и березово-сосновые леса; часто.

V. vitis-idaea L. – хвойные и мелколиственные леса и опушки; очень часто.

Сем. Primulaceae Batsch ex Borkh.

Lysimachia vulgaris L. – сырые мелколиственные леса и черноольшаники, реже сырые хвойные леса, сырые берега водоемов и луга, поля многолетних трав; очень часто.

Naumburgia thyrsiflora (L.) Reichenb. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, сырые и заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; очень часто.

Trientalis europaea L. – хвойные и мелколиственные леса; часто.

Сем. Oleaceae Hoffmanns. et Link

* *Fraxinus excelsior* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

* *Ligustrina amurensis* Rupr. – окрестности п. Климово, обочина дороги напротив дачных участков.

* *Syringa josikaea* Jacq. fil. ex Reichenb. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

* *S. vulgaris* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

Сем. Menyanthaceae Dumort.

Menyanthes trifoliata L. – низинные, реже переходные болота, заболоченные берега водоемов, заболоченные черноольшаники; очень часто.

Сем. Convolvulaceae Juss.

Calystegia sepium (L.) R. Br. – сырые берега водоемов; довольно редко.

Δ *Convolvulus arvensis* L. – луга, вдоль дорог; довольно редко.

Сем. Polemoniaceae Juss.

Polemonium caeruleum L. – опушки мелколиственных лесов; часто. БР – 4.

Сем. Boraginaceae Juss.

* *Borago officinalis* L. – только в культуре.

Δ *Echium vulgare* L. – вдоль асфальтированных дорог; редко.

Δ *Myosotis arvensis* (L.) Hill – поля, вдоль дорог; часто.

M. cespitosa K.F. Schultz – сырые участки ВЛ; довольно часто.

M. micrantha Pall. ex Lehm. – опушки сухих сосновых лесов, поля; довольно редко.

M. palustris (L.) L. – сырые и заболоченные мелколиственные и хвойные леса, черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

Pulmonaria obscura Dumort. – еловые леса; довольно редко.

Symphytum officinale L. – луга; довольно редко.

Сем. Lamiaceae Martinov

Clinopodium vulgare L. – сосновые леса; довольно редко.

Δ *Galeopsis bifida* Boenn. – поля, ВЛ, трасса газопровода; часто.

Δ *G. speciosa* Mill. – поля, ВЛ; довольно часто.

Δ *G. tetrahit* L. – поля, ВЛ, трасса газопровода; часто.

Glechoma hederacea L. – мелколиственные леса, вырубки; довольно часто.

Δ *Lamium album* L. – луга, ВЛ; довольно часто.

Δ *L. purpureum* L. – поля; довольно редко.

Lycopus europaeus L. – заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов, низинные болота; часто.

Mentha arvensis L. – сырые мелколиственные леса, сырые берега водоемов, поля; часто.

Prunella vulgaris L. – луга, поля многолетних трав, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

Scutellaria galericulata L. – сырые и заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, сырые берега водоемов, низинные болота; часто.

Stachys palustris L. – заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

S. sylvatica L. – мелколиственные леса; довольно редко.

Thymus serpyllum L. – сухие сосновые леса и опушки; довольно часто.

Сем. Solanaceae Juss.

Δ *Hyoscyamus niger* L. – окрестности п. Пчелино, примерно в 3 км к юго-востоку, край поля с *Avena sativa* и *Vicia sativa*, 17 VII 2004, N 1054, А. Доронина, LECB [Доронина, 2006]; единственное местонахождение.

Solanum dulcamara L. – сырые берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; часто.

Сем. Scrophulariaceae Juss.

Euphrasia brevipila Burn. et Gremli – луга, вдоль дорог; часто.

E. hirtella Jord. ex Reut. – окрестности п. Грибное, луг, 04 VIII 1989, Т. Барбаш, Н. Спасская, LECB [Доронина, 2007]; единственное местонахождение.

E. x *murbeckii* Wettst. – луга, вдоль дорог; часто.

E. parviflora Schag. – луга, вдоль дорог; часто.

Linaria vulgaris L. – опушки сосновых и мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

Melampyrum nemorosum L. – опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

M. pratense L. – хвойные и мелколиственные леса и опушки, вырубки, верховые и переходные болота; часто.

M. sylvaticum L. – хвойные и мелколиственные леса и опушки; довольно часто.

Odontites vulgaris Moench – луга, ВЛ, трасса газопровода; довольно часто.

Pedicularis palustris L. – низинные болота, заболоченные берега озер; довольно часто.

Rhinanthus minor L. – луга, поля многолетних трав; часто.

R. serotinus (Schoenh.) Oborny – луга, поля многолетних трав; часто.

Scrophularia nodosa L. – мелколиственные леса; довольно часто.

Verbascum nigrum L. – луга, опушки сосновых и мелколиственных лесов; довольно часто.

V. thapsus L. – опушки сосновых лесов, вдоль дорог; довольно редко.

Veronica chamaedrys L. – мелколиственные, реже хвойные леса, опушки, луга; очень часто.

V. longifolia L. – сырые берега водоемов, луга; часто.

V. officinalis L. – хвойные и мелколиственные леса, опушки, вырубки; довольно часто.

V. scutellata L. – заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, низинные болота, заболоченные берега водоемов; довольно часто.

V. serpyllifolia L. – луга, вдоль дорог; довольно часто.

V. verna L. – опушки сухих сосновых и мелколиственных лесов, вырубки, поля; довольно редко.

Сем. Lentibulariaceae Rich.

Utricularia intermedia Hayne – низинные и переходные болота; довольно редко.

U. minor L. – водоемы; довольно редко.

U. vulgaris L. – водоемы; часто.

Сем. Plantaginaceae Juss.

Plantago lanceolata L. – луга; довольно часто.

P. major L. – луга, вдоль дорог; часто.

P. media L. – луга; часто.

Сем. Rubiaceae Juss.

Galium album Mill. – луга, опушки хвойных и мелколиственные лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

G. boreale L. – разреженные мелколиственные леса, опушки; довольно часто.

G. palustre L. – низинные болота, сырые и заболоченные хвойные и мелколиственные леса, черноольшаники, сырые и заболоченные берега водоемов; часто.

G. trifidum L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов; довольно часто. ВФ – 4.

G. uliginosum L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные луга, поля; довольно часто.

Δ *G. vaillantii* DC. – поля; довольно редко.

G. verum L. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

Сем. Sambucaceae Batsch ex Borkh.

* Δ *Sambucus racemosa* L. – одичавшее в мелколиственных лесах, в культуре.

Сем. Viburnaceae Rafin.

Viburnum opulus L. – мелколиственные, реже хвойные леса; довольно часто.

Сем. Caprifoliaceae Juss.

Linnaea borealis L. – хвойные, реже мелколиственные леса; довольно часто.

Lonicera xylosteum L. – мелколиственные, реже хвойные леса; довольно часто.

Сем. Valerianaceae Batsch

Valeriana officinalis L. – заболоченные луга, берега водоемов; довольно редко.

Сем. Dipsacaceae Juss.

Knautia arvensis (L.) Coult. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов; часто.

Succisa pratensis Moench – сырые луга; довольно редко.

Сем. Campanulaceae Juss.

Campanula glomerata L. – луга, вдоль дорог; часто.

* *C. latifolia* L. – парк бывшей усадьбы А. М. Коллонтай в п. Климово.

C. patula L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

C. persicifolia L. – сосновые и мелколиственные леса; довольно редко.

C. rotundifolia L. – луга, опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

† Сем. Lobeliaceae Juss.

† *Lobelia dortmanna* L. – Оз. Большое Раковое, 17 VII 1929, N 074689, L. Pantsar, H [Pantsar, 1933; Pohjala, 1933a]. РФ – 3в,г; ЛО – 3; ВФ – 3; БР – 4.

Сем. Asteraceae Bercht. et J. Presl

Achillea millefolium L. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог, вырубки; очень часто.

Antennaria dioica (L.) Gaertn. – сухие сосновые леса и опушки; довольно часто.

Δ *Arctium tomentosum* L. – вдоль дорог, поля многолетних трав; довольно часто.

Artemisia campestris L. – луга, сухие опушки хвойных и мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

A. vulgaris L. – луга, поля, вдоль дорог; часто.

Bidens cernua L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; довольно редко.

B. radiata Thuill. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; довольно редко.

B. tripartita L. – низинные болота, сырые и заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники; очень часто.

Carduus crispus L. – вдоль дорог, поля многолетних трав; довольно часто.

Centaurea jacea L. – луга, поля многолетних трав; очень часто.

C. phrygia L. – луга, поля многолетних трав; очень часто.

C. scabiosa L. – опушки сухих сосновых лесов; довольно часто.

Δ *Cichorium intybus* L. – вдоль дорог; очень редко.

Cirsium arvense (L.) Scop. – вдоль дорог, луга, поля; часто.

C. heterophyllum (L.) Hill – луга, мелколиственные леса, вдоль дорог; часто.

C. palustre (L.) Scop. – низинные болота, заболоченные берега водоемов, заболоченные мелколиственные леса и черноольшаники, луга, поля многолетних трав; часто.

Δ *C. vulgare* (Savi) Ten. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог; довольно часто.

Δ *Conyza canadensis* (L.) Cronq. – луга, вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

Crepis paludosa (L.) Moench – сырые и заболоченные мелколиственные и хвойные леса, сырые и заболоченные черноольшаники; довольно часто.

C. tectorum L. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог, вырубки; часто.

Erigeron acris L. – разреженные сухие сосновые леса и опушки, вырубки, вдоль дорог; довольно часто.

Filago arvensis L. – опушки сухих сосновых лесов; довольно редко.

Gnaphalium uliginosum L. – сырые берега водоемов, поля, вырубки; довольно часто.

Hieracium distendens Brenn.[1] – сосновые леса; редко.

H. incurrens Th. Sael. ex Norrl. – сосновые леса; редко.

H. philanthrax (Dahlst. ex Stenstr.) Dahlst. – окрестности п. Грибное, склон оза между озерами Большое Ра-

[1] Виды родов *Hieracium* L. и *Pilosella* Hill определены А.Н. Сенниковым (Ботанический музей Университета г. Хельсинки).

ковое и Охотничье, 27 VI 2006, А. Доронина, LECB; единственное местонахождение.

H. prolixum Norrl. – окрестности п. Грибное, опушка соснового леса, 30 VI 2006, А. Доронина, LECB; единственное местонахождение.

H. silenii (Norrl.) Norrl. – сосновые леса; редко.

H. umbellatum L. – луга, разреженные хвойные и мелколиственные леса, опушки, вырубки, вдоль дорог; часто.

H. vulgatum Fries – хвойные, реже мелколиственные леса и опушки; часто.

Lactuca sibirica (L.) Maxim. – мелколиственные леса, черноольшаники; редко.

Leontodon autumnalis L. – луга, поля многолетних трав, вдоль дорог; часто.

L. hispidus L. – луга; довольно редко.

Δ *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. – вдоль дорог, поля; довольно часто.

Leucanthemum vulgare Lam. – луга, поля многолетних трав; часто.

Omalotheca sylvatica (L.) Sch. Bip. et F. Schultz – опушки сухих хвойных и мелколиственных лесов; довольно часто.

Pilosella x *floribunda* (Wimm. et Grab.) Arv.-Touv. – луга, опушки сосновых и сосново-мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

P. officinarum F. Schultz et Sch. Bip. – сухие сосновые и сосново-мелколиственные леса и опушки, вырубки; часто.

P. praealta (Vill. ex Gochn.) F. Schultz et Sch. Bip. – луга, опушки сосновых и сосново-мелколиственных лесов, вдоль дорог; часто.

Ptarmica vulgaris Blakw. ex DC. – луга, поля многолетних трав, вырубки, вдоль дорог; часто.

Δ *Senecio viscosus* L. – вдоль дорог; редко.

Δ *S. vulgaris* L. – поля, вдоль дорог; часто.

Solidago virgaurea L. – хвойные и мелколиственные леса и опушки, вырубки; часто.

Δ *Sonchus arvensis* L. – поля, вдоль дорог; довольно часто.

Tanacetum vulgare L. – луга, вдоль дорог; часто.

Taraxacum officinale Wigg. s.l. – луга, поля, вдоль дорог, вырубки; часто.

Tragopogon pratensis L. – вдоль дорог; редко.

Δ *Tripleurospermum perforatum* (Mérat) M. Lainz – вдоль дорог, поля; довольно часто.

Trommsdorffia maculata (L.) Bernh. – сухие сосновые леса; довольно редко.

Tussilago farfara L. – вдоль дорог, вырубки; довольно часто.

Литература

Баранова Е. В. Флора Карельского перешейка (Ленинградская обл.) и вопросы ее охраны // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков. Т. 2. СПб, 1999. С. 187–188.

Боч М. С., Катанская В. М. Заказник «Раковые озера» // Очерки растительности особо охраняемых природных территорий Ленинградской области. Тр. Ботанического ин-та им. В. Л. Комарова РАН. СПб, 1992. Вып. 5. С. 31–43.

Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР / Ред.: В. Д. Александрова, Т. К. Юрковская. Л., 1989. 64 с.

Доронина А. Ю. Новые местонахождения редких видов сосудистых растений на Карельском перешейке (Ленинградская область и Санкт-Петербург) // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 3. 2006. Вып. 3. С. 34–40.

Доронина А. Ю. Сосудистые растения Карельского перешейка (Ленинградская область). М.: КМК, 2007. 574 с.

Доронина А. Ю. Сообщение о нескольких новых местонахождениях редких видов сосудистых растений на территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 3. 2008. Вып. 1. С. 80–83.

Заповедная природа Карельского перешейка / Отв. ред. Г. А. Носков. СПб: НПО «Профессионал», 2004. 312 с.

Исаченко Г. А. «Окно в Европу»: история и ландшафты. СПб, 1998. 476 с.

Красная книга природы Ленинградской области. Т. 1. Особо охраняемые природные территории / Отв. ред. М.С. Боч, Г.А. Носков. СПб, 1999. 352 с.

Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы / Отв. ред. Н. Н. Цвелев. СПб: Мир и семья, 2000. 672 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Отв. ред.: Л. В. Бардунов, В. С. Новиков. М.: КМК, 2008. 854 с.

Erkamo V. Parikkalan Simpeleestä ja eräistä muista kasvimaantieteellisesti kiintoisista järvistämme // Arch. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. 1955. Vol. 9. S. 30–40.

Lindberg H. De botaniska samlingarnas tillväxt under verksamhetseret 1931–1932 // Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1933, N 8. S. 373–375.

Pantsar L. Äyräpäänjärven vesikasvilajien ekologiaa // Ann. Bot. Soc. Vanamo. 1933. Vol. 3, N 4. VI+131 s.

Pohjala L. Äyräpäänjärven vesikasvillisuudesta // Ann. Bot. Soc. Vanamo. 1933a. Vol. 3, N 3. VI+114 s.

Pohjala L. Potamogeton rutilus Wolfg. in Finnland gefunden // Ann. Bot. Soc. Vanamo. 1933b. Vol. 3, N 5. S. 23–24.

Red Data Book of the Baltic Region. Part 1. List of threatened vascular plants and vertebrates. Riga; Uppsala, 1993. 195 s.

Red Data Book of East Fennoscandia / Eds. H. Kotiranta, P. Uotila, S. Sulkava, S.-L. Peltonen. Helsinki, 1998. 351 s.

Uotila P. Kylmänkukkaretkillä naapurimaissa (*Pulsatilla* excursions in Sweden and NW Russia) // Lutukka. Vol. 22, N 4. 2006. S. 106–113.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Доронина Анна Юрьевна
старший преподаватель, к.б.н.
ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, биолого-почвенный факультет
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034
эл. почта: baccador@mail.ru
тел.: (812)5244608, (921)3009248

Doronina, Anna
Botany Department, Faculty of Biology and Pedology, St. Petersburg State University
7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia
e-mail: baccador@mail.ru
tel.: (812)5244608, (921)3009248

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 100–106

УДК 582.32 (470.22)

РАЗНООБРАЗИЕ МХОВ ОХРАНЯЕМЫХ И ПЛАНИРУЕМЫХ К ОХРАНЕ ТЕРРИТОРИЙ КАРЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ

А. И. Максимов, М. А. Бойчук

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В статье приводятся сведения о мхах существующих и планируемых особо охраняемых природных территорий карельской части Зеленого пояса Фенноскандии.

Ключевые слова: мхи, флора, особо охраняемые природные территории, Республика Карелия.

A. I. Maksimov, M. A. Boychuk. DIVERSITY OF MOSSES IN OPERATING AND PLANNED PROTECTED AREAS IN THE KARELIAN PART OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA

Data about mosses in operating and planned protected areas in the Karelian part of the Green Belt of Fennoscandia are summarized in the paper.

Key words: mosses, flora, protected areas, Republic of Karelia.

Введение

Флора мхов Карелии, по последним данным, включает 497 видов [Максимов, 2008 с дополнениями], что составляет 73% от флоры мхов Восточной Фенноскандии (680 видов). В Красную книгу Республики Карелия [2007] занесены 89 видов мхов. В последние 15 лет основное внимание уделялось исследованию мхов на особо охраняемых природных территориях Карелии (ООПТ) [Максимов, 1995, 2003; Максимов и др. 1995, 2003, 2004, 2009 а, б, 2010; Бойчук, 1998, 2001, 2002, 2003, 2005; Бойчук, Максимов, 2010 и др.].

Изучение видового разнообразия мхов на приграничной с Финляндией территории представляет особый интерес, поскольку здесь имеются как ненарушенные экосистемы (коренные леса), так и антропогенно трансформированные. В отличие от Финляндии большинство болот ООПТ карельской части Зеленого пояса Фенноскандии находятся в естественном состоянии и вместе с участками старовозрастных лесов, сохранившихся в приграничной полосе, могут служить коридором для распространения некоторых редких видов из Карелии в Финляндию и наоборот.

Материалы и результаты

На карельской части Зеленого пояса Фенноскандии бриологические исследования проводились на четырех ООПТ (национальные парки (НП) «Паанаярви» и «Калевальский», заповедник «Костомукшский», ландшафтный заказник «Толвоярви») и трех проектируемых: ландшафтный заказник (ЛЗ) «Тулос» и «Койтайоки», НП «Ладожские шхеры». После обобщения и анали-

за материалов по разнообразию мхов охраняемых территорий Карелии [Бойчук, 2003; Максимов и др., 2003] прошло около 10 лет. За этот период выполнена дополнительная обработка коллекций, хранящихся в гербариях Карельского НЦ РАН (PTZ) и Университета Хельсинки (H). Проведены дополнительные исследования флоры мхов в НП «Паанаярви», ЛЗ «Толвоярви», «Тулос», «Койтайоки», в результате значительно пополнились сведения о видовом разнообразии мхов ряда отмеченных выше территорий. Номенклатура мхов дается по списку мхов Восточной Европы и Северной Азии [Ignatov et al., 2006] с некоторыми изменениями [Hill et al., 2006; Ignatov, Milyutina, 2007].

Национальный парк «Паанаярви». Первые образцы мхов были собраны F. Nylander в 1842 г. Во второй половине XIX – начале XX в. коллекторами мхов были B. Nyberg, F. Silén, J. Sahlberg, E. Vainio, V. F. Brotherus, E. Hällström и др. В довоенный период бриологические изыскания на территории будущего парка проводили M. J. Kotilainen, A. V. Auer, O. V. Lumiala, A. Vaarama, M. Laurila, R. Tuomikoski, K. Teräsvuori, H. Lindberg, R. Alava и др. Большая часть сведений по флоре мхов Северо-Западного флористического района Карелии [Раменская, 1960], в котором находится НП «Паанаярви», была обобщена в работах Л. А. Волковой [1977], Л. А. Волковой, А. И. Максимова [1993]. Карельскими исследователями сборы мхов в НП «Паанаярви» были начаты в 1988 г. первоначально при изучении только растительности болотных массивов региона (О. Л. Кузнецов, А. И. Максимов, Н. В. Стойкина, С. И. Грабовик, П. Ф. Шевелин), а целенаправленные исследования флоры мхов парка были продолжены А. И. Максимовым в 1990, 1996, 1997 и 2003 гг. Первые списки мхов для территории НП «Паанаярви» в пределах его современных границ были опубликованы А. И. Максимовым [1995] и P. Halonen, T. Ulvinen [1996]. В аннотированном списке А. И. Максимова [1995] для НП указываются 287 видов мхов с учетом современной номенклатуры [Hill et al., 2006; Ignatov et al., 2006]. Он был составлен на основании как литературных данных [Brotherus, 1923; Tuomikoski, 1939; Волкова, Максимов, 1993], так и исследований автора в 1988 и 1990 г. При составлении списка был пропущен один вид: *Schistidium rivulare.* Список P. Halonen & T. Ulvinen [1996] был подготовлен с использованием гербарных материалов, хранящихся в Ботаническом музее Хельсинкского университета (H). В их списке указываются 16 новых видов для НП по сравнению с данными А. И. Максимова [1995]. Виды рода *Bryum,* как отмечают авторы, приводятся по определениям V. F. Brotherus. В монографии H. Blom [1996], посвященной ревизии видов рода *Schistidium* Фенноскандии, указаны два новых таксона для НП «Паанаярви»: *Schistidium boreale* и *S. frigidum* var. *frigidum*. После выборочной обработки гербария, собранного А. И. Максимовым в 1988, 1990, 1996, 1997, 2003 гг., выявлены еще 13 видов и 1 разновидность мхов, ранее не отмеченных в парке [Максимов, 2003; Максимов и др., 2003; Максимов, Максимова, 2007]. При ревизии видов рода *Grimmia* России впервые для НП указывается *Grimmia reflexidens* [Ignatova, Muñoz, 2004]. В работе по распространению видов *Schistidium* в Мурманской области и Карелии приводятся 7 новых видов из НП «Паанаярви» [Ignatova et al., 2006].

В ходе дальнейшей обработки гербарного материала, собранного А. И. Максимовым в НП, а также критической ревизии сборов финских ботаников по роду *Bryum* в гербарии Ботанического музея Хельсинкского университета, выполненных В. И. Золотовым в 2009 г., обнаружены еще 17 новых для парка видов мхов (*Brachythecium albicans, Bryum algovicum, B. archangelicum, B. bimum, B. bryoides, B. funckii, B. intermedium, B. lapponicum, B. salinum, B. turbinatum, Ditrichum zonatum, Encalypta trachymitria, Fontinalis hypnoides, Orthothecium intricatum, Pohlia longicollis, Pseudoleskeella rupestris, Rhizomnium magnifolium*). Исключены из флоры мхов национального парка *Bryum rutilans, Gymnostomum calcareum, Schistidium strictum, Stereodon callichrous, Timmia norvegica* [Максимов и др., 2009а; Максимов, Золотов, 2010 с дополнениями].

Таким образом, в настоящее время для НП «Паанаярви» известны 340 видов мхов, что составляет 68% от флоры мхов Карелии (табл. 1). В парке выявлены 35 видов мхов (табл. 2), включенных в Красную книгу Республики Карелия [2007].

Национальный парк «Калевальский». В 1997 г. бриологические исследования проводила М. А. Бойчук [1998]. В НП были обнаружены 146 видов мхов. В 2000 г. несколько интересных образцов мхов были собраны О. Л. Кузнецовым и А. В. Кравченко. В целом на территории НП «Калевальский» выявлены 160 видов (см. табл. 1). В ходе критической ревизии видов рода *Fontinalis* Карелии А. И. Максимовым совместно с Е. А. Игнатовой (МГУ) образцы *F. squamosa* из парка и заповедника «Костомукшский» переопределены и отнесены к другим видам. Не подтвердилось произрастание в парке еще двух видов: *Brachythecium rutabulum* и *Dicranella rufescens*.

Таблица 1. Флора мхов охраняемых и проектируемых к охране природных территорий карельской части Зеленого пояса Фенноскандии

Особо охраняемые природные территории (ООПТ)	Флористические районы[1]	Количество видов				
		общее			занесенное в ККРК[2]	
		n	% от Карелии	% от флоры района	n	% от ККРК
Существующие ООПТ						
НП «Паанаярви» (НПП)	1	340	68	100	35	39
НП «Калевальский» (НПК)	3	160	32	62	3	3
Государственный природный заповедник «Костомукшский» (ГЗК)	3	158	32	62	1	1
ЛЗ «Толвоярви» (ЛЗТ)	6	144	29	75	3	3
Итого по ООПТ		370	74		40	45
Планируемые ООПТ						
ЛЗ «Тулос» (ПЗТ)	3	155	31	60	3	3
ЛЗ «Койтайоки» (ПЗК)	6	113	23	55	1	1
ПНП «Ладожские шхеры» (ПЛШ)	12	290	58	75	32	35
Итого по ПООПТ		326	66		33	36
Всего по ООПТ и ПООПТ		*428*	*86*		*63*	*71*
Общее количество видов мхов в Карелии		497			89	

Примечание. Флористические районы приводятся по: [1]Раменская [1960], [2]Красная книга Республики Карелия [2007].

Государственный природный заповедник (ГЗ) «Костомукшский». Специальные бриологические исследования в заповеднике проводились М. А. Бойчук в 1995–1998 гг. Через некоторое время был опубликован первый аннотированный список мхов заповедника, содержащий 159 видов [Бойчук, 2001]. Три вида исключены из флоры мхов ГЗ: *Plasteurhynchium striatulum, Fontinalis squamosa* и *Ulota crispa*. Таким образом, с учетом исключенных видов и современных изменений номенклатуры мхов в заповеднике в настоящее время известны 158 видов (см. табл. 1). На ООПТ выявлен пока один вид (*Sphagnum auriculatum*) из включенных в Красную книгу Республики Карелия [2007].

ЛЗ «Толвоярви». Флора мхов изучалась А.И. Максимовым и В.А. Бакалиным в 1995, А.И. Максимовым в 1997, 1998, а также А.И. Максимовым и Т.А. Максимовой в 2007 гг. Ряд интересных находок в 1999 г. сделан О.Л. Кузнецовым. Обнаружены 144 вида [Максимов и др., 1998а,б, 2003, с дополнениями). В заказнике выявлены три «краснокнижных» вида: *Bucklandiella heterosticha, Orthotrichum gymnostomum, Sphagnum auriculatum* (см. табл. 2).

Проектируемый ландшафтный заказник «Тулос». Флора мхов заказника изучалась в 1997, 2005, 2006 гг. А. И. Максимовым и в 2004, 2007 гг. А. И. Максимовым и Т. А. Максимовой. При составлении списка мхов использованы также сборы О. Л. Кузнецова 1994, 2000 гг. и других коллекторов. Результаты исследования мхов окрестностей оз. Тулос в 1997 г. частично были опубликованы в оперативно-информационных материалах Карельского НЦ РАН [Максимов и др., 1998а,б]. Более полный аннотированный список мхов ЛЗ «Тулос» был издан совсем недавно [Максимов и др., 2009б]. С учетом исследований 2007 г. в ЛЗ выявлены 155 видов мхов, 11 мхов являются новыми для Куйтозерско-Лексозерского флористического района М. Л. Раменской [1960].

В ЛЗ «Тулос» обнаружен ряд видов, включенных в Красную книгу Республики Карелия [2007]: *Neckera pennata*, *Pseudotaxiphyllum elegans, Sphagnum auriculatum* (см. табл. 2). Из них *Neckera pennata* до сих пор была известна только из южных районов Карелии [Волкова, Максимов, 1993; Максимов, 2000; Максимов и др., 2003]. Находка этого вида в старовозрастных лесах ЛЗ недалеко от границы с Финляндией является самым северным местом его произрастания в Карелии.

Проектируемый ландшафтный заказник «Койтайоки». Флора мхов изучалась А. И. Максимовым в 1995, 1997 и 1998 гг., А. И. Максимовым и Т. А. Максимовой в 2007 г. Ряд интересных находок в 1999 г. сделан О. Л. Кузнецовым. Обнаружены 113 видов [Максимов и др., 1998а б, 2003, с дополнениями; Бойчук, 2003]. В ЛЗ «Койтайоки» произрастает очень редкий субокеанический вид Sphagnum molle (см. табл. 2), занесенный в Красную книгу РК [2007] и Красную книгу РФ [2008].

Проектируемый национальный парк «Ладожские шхеры». Первые бриологические сборы на территории будущего парка были сделаны в 1840 г. W. Nylander. На протяжении 100 лет (с середины XIX до середины XX в.) северо-западное побережье Ладожского озера периодически посещали J. P. Norrlin, A. H. Chydenius, J. E. Furuhjelm, H. Hjelt, V. A. Pesola, V. F. Brotherus, M. J. Kotilainen, A. Huuskonen, J. E. Juslin, S. O. Lindberg,

Таблица 2. Охраняемые виды мхов карельской части Зеленого пояса Фенноскандии

№ п/п	Виды	Категория редкости	ООПТ						
			НПП	НПК	ГЗК	ЛЗТ	ПЗТ	ПЗК	ПЛШ
1	**Andreaea crassinervia* Bruch	2 (EN)							+
2	*A. obovata* Thed.	3 (VU)	+						
3	**Antitrichia curtipendula* (Hedw.) Brid.	2 (EN)							+
4	*Arctoa fulvella* (Dicks.) Bruch et al.	2 (EN)	+						
5	**Atrichum flavisetum* Mitt.	2 (EN)							+
6	*Aulacomnium turgidum* (Wahlenb.) Schwägr.	3 (NT)	+						
7	*Brachythecium turgidum* (Hartm.) Kindb.	3 (NT)	+						
8	*Bryum arcticum* (R. Br.) Bruch et al.	3 (NT)	+						+
9	**B. knowltonii* Barnes	1 (CR)							+
10	*Bucklandiella heterosticha* (Hedw.) Bednarek-Ochyra &Ochyra	3 (NT)				+			+
11	**Campyliadelphus elodes* (Lindb.) Kanda	3 (VU)							+
12	*Campylophyllum halleri* (Hedw.) M. Fleisch.	3 (NT)	+						+
13	**Coscinodon cribrosus* (Hedw.) Spruce	2 (EN)							+
14	*Didymodon icmadophilus* (Schimp. ex Müll. Hal.) R. H. Zander	3 (NT)	+						
15	*Diphyscium foliosum* (Hedw.) D. Mohr	3 (VU)	+						
16	*Discelium nudum* (Dicks.) Brid.	3 (NT)		+					+
17	*Distichium inclinatum* (Hedw.) Bruch et al.	3 (VU)	+						
18	*Encalypta mutica* I. Hagen	1 (CR)	+						
19	*Eurhynchium angustirete* (Broth.) T. J. Kop.	2 (EN)							+
20	*Grimmia donniana* Sm.	2 (EN)	+						
21	**G. hartmanii* Schimp.	3 (NT)							+
22	*G. incurva* Schwägr.	3 (LC)	+						
23	*G. montana* Bruch et al.	3 (NT)	+						
24	**G. ramondii* (Lam. & DC.) Margad.	3 (NT)							+
25	*G. reflexidens* Müll. Hal.	3 (VU)	+						
26	**G. unicolor* Hook.	3 (VU)							+
27	*Gymnostomum boreale* Nyholm & Hedenäs	2 (EN)	+						
28	**Hamatocaulis lapponicus* (Norrl.) Hedenäs	3 (VU)							+
29	*Hymenostylium recurvirostrum* (Hedw.) Dixon	3 (VU)	+						+
30	*Myrinia pulvinata* (Wahlenb.) Schimp.	3 (NT)	+						
31	*Myurella tenerrima* (Brid.) Lindb.	3 (VU)	+						
32	**Neckera besseri* (Lobarz.) Jur.	3 (NT)							+
33	*N. crispa* Hedw.	3 (VU)	+						+
34	*N. pennata* Hedw.	3 (LC)					+		+
35	*Orthothecium chryseon* (Schwägr.) Bruch et al.	3 (VU)	+						+
36	*O. rufescens* (Dicks. ex Brid.) Bruch et al.	3 (NT)	+						
37	*Orthotrichum gymnostomum* Bruch ex Brid.	3 (NT)				+			+
38	**O. urnigerum* Myrin.	1 (CR)							+
39	**Philonotis arnellii* Husn.	4 (DD)							+
40	**Physcomitrium sphaericum* (C. F. Ludw. ex Schkuhr) Brid.	2 (EN)							+
41	*Plagiobryum zierii* (Hedw.) Lindb.	3 (NT)	+						
42	*Plagiomnium drummondii* (Bruch & Schimp.) T. J. Kop.	3 (LC)							+
43	*Plagiothecium nemorale* (Mitt.) A. Jaeger	3 (NT)							+
44	**Pleuridium subulatum* (Hedw.) Rabenh.	0 (RE)							+
45	*Pohlia obtusifolia* (Vill. ex Brid.) L. F. Koch	3 (VU)	+						
46	*Polytrichum hyperboreum* R. Br.	3 (NT)	+						
47	*Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Z. Iwats.	3 (NT)		+			+		+
48	**Rhabdoweisia fugax* (Hedw.) Bruch et al.	3 (VU)							+
49	**Schistidium flaccidum* (De Not.) Ochyra	0 (RE)							+
50	*Seligeria brevifolia* (Lindb.) Lindb.	3 (NT)	+						
51	*S. donniana* (Sm.) Müll. Hal.	3 (NT)	+						
52	*S. subimmersa* Lindb.	2 (EN)	+						
53	*S. tristichoides* Kindb.	3 (NT)	+						
54	**Serpoleskea confervoides* (Brid.) Loeske	1 (CR)							+
55	*Sphagnum auriculatum* Schimp.	2 (EN)		+	+	+	+		
56	**S. molle* Sull.	2 (EN)						+	
57	*Splachnum vasculosum* Hedw.	3 (NT)	+						
58	*Stereodon hamulosus* (Bruch et al.) Lindb.	3 (VU)	+						
59	*S. vaucheri* (Lesq.) Lindb. ex Broth.	3 (NT)	+						
60	*Tayloria lingulata* (Dicks) Lindb.	3 (LC)	+						
61	*T. splachnoides* (Schleich. ex Schwägr.) Hook	1 (CR)	+						
62	*Tortula hoppeana* (Schultz) Ochyra	2 (EN)	+						+
63	*T. mucronifolia* Schwägr.	3 (VU)	+						
	Итого		**35**	**3**	**1**	**3**	**3**	**1**	**32**

* Обнаружены только на проектируемых ООПТ.

A. L. Backman, K. Linkola, H. Roivainen и др. В конце XX в. бриофлористические исследования в Приладожье были возобновлены в связи с работами по обоснованию создания НП «Ладожские шхеры» [Wahlberg, 1998; Huttunen, Wahlberg, 1999; Heikkila et al., 1999; Максимов, Максимова, 2000, 2001]. В результате критической ревизии родов *Schistidium* [Ignatova et al., 2006] и *Bryum* [Максимов и др., 2010] Карелии для парка отмечено несколько новых видов: *Bryum archangelicum, B. arcticum, B. turbinatum, Pseudoleskeella rupestris, Schistidium flexipile, S. frigidum, S. lancifolium, S. papillosum, S. platyphyllum, S. pulchrum.* В настоящее время в ПНП «Ладожские шхеры» известны 290 видов мхов. Из них 32 вида являются «краснокнижными» (см. табл. 2).

Заключение

На 4 ООПТ карельской части Зеленого пояса Фенноскандии выявлены 370 видов, что составляет 74% от флоры мхов Карелии, из них 40 (45%) видов мхов включены в Красную книгу Республики Карелия [2007]. На проектируемых к охране территориях: ЛЗ «Койтайоки» и «Тулос», НП «Ладожские шхеры» отмечены 326 видов мхов, включая 33 (36%) «краснокнижных» вида. Из них 19 (21%) «краснокнижных» видов, обнаруженных преимущественно в ПНП «Ладожские шхеры» (18), нигде не охраняются (см. табл. 2, отмечены звездочкой). В целом на 4 существующих и 3 проектируемых к охране ООПТ выявлены 428 видов, в том числе 63 «краснокнижных», что составляет 71% от общего числа охраняемых видов мхов в Карелии (см. табл. 1). Это свидетельствует о высокой репрезентативности сети существующих и проектируемых ООПТ карельской части Зеленого пояса Фенноскандии для сохранения видового разнообразия мхов. В случае задержки в организации проектируемых ООПТ, в частности НП «Ладожские шхеры», существует реальная угроза исчезновения 18 охраняемых видов мхов в связи с возрастающим антропогенным воздействием на экосистемы северного Приладожья.

Сравнение рассматриваемых бриофлор показало, что самыми богатыми в видовом отношении являются НП «Паанаярви» (340 видов мхов) и проектируемый НП «Ладожские шхеры» (290). Это можно объяснить своеобразными природными условиями данных территорий – сильной расчлененностью рельефа, наличием карбонатных пород, специфических местообитаний (горно-тундровых, скально-каменистых).

Наибольшим своеобразием отличаются флора мхов НП «Паанаярви» (76 видов обнаружены только на данной ООПТ и не найдены на других) и ПНП «Ладожские шхеры» (53). Бриофлоры других ООПТ почти не специфичны (0–3 вида).

Наибольшее количество охраняемых видов мхов зарегистрировано в НП «Паанаярви» (35) и ПНП «Ладожские шхеры» (32), но среди них много «неподтвержденных», так как длительное время (более 100 лет) отсутствуют их повторные сборы. Образцы этих видов хранятся в гербариях Финляндии – H (Ботанический музей Университета г. Хельсинки); KUO (Музей истории природы г. Куопио), OULU (Ботанический музей Университета г. Оулу), TUR (Биологический факультет Университета г. Турку). Для сохранения редких видов листостебельных мхов на ООПТ Карелии необходимы следующие меры: контроль за состоянием их популяций в известных местонахождениях, поиски новых и подтверждение старых мест произрастаний, а также скорейшее учреждение проектируемых ООПТ, особенно НП «Ладожские шхеры».

Литература

Бойчук М. А. Бриофлора проектируемого национального парка «Калевальский» // Биоразнообразие, динамика и охрана болотных экосистем Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 1998. С. 117–132.

Бойчук М.А. К флоре листостебельных мхов заповедника «Костомукшский» и окрестностей г. Костомукши // Новости систематики низших растений. СПб, 2001. Т. 35. С. 217–229.

Бойчук М.А. Листостебельные мхи особо охраняемых природных территорий Карелии: автореф. дис. … канд. биол. наук. СПб, 2002. 25 с.

Бойчук М.А. Сравнительный анализ флор листостебельных мхов особо охраняемых природных территорий Карелии // Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Тр. КарНЦ РАН. Вып. 4. Петрозаводск, 2003. С. 30–36.

Бойчук М.А. Листостебельные мхи лесоболотного стационара «Киндасово» (южная Карелия) // Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем Восточной Фенноскандии. Тр. КарНЦ РАН. Вып. 8. Петрозаводск, 2005. С. 146–154.

Бойчук М. А. Листостебельные мхи // Материалы инвентаризации природных комплексов и природоохранная оценка территории «Чукозеро» / Ред. А. Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 48–51, 113–115.

Бойчук М. А., Максимов А. И. Мхи охраняемых территорий карельской части Зеленого пояса Фенноскандии // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти Л. В. Бардунова (1932–2008) (Иркутск, 15–19 сентября 2010 г.). Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО ОПГ, 2010. С. 55–57.

Волкова Л. А. Листостебельные мхи Карелии: автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1977. 20 с.

Волкова Л. А., Максимов А. И. Список листостебельных мхов Карелии // Растительный мир

Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск, 1993. С. 57–91.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 364 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; гл. редкол.: Ю. П. Трутнев и др.; сост. Р. В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Максимов А. И. Листостебельные мхи Паанаярвского национального парка // Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка. Петрозаводск, 1995. С. 84–107.

Максимов А. И. Редкие листостебельные мхи Карелии // Ботан. журн. 2000. Т. 85, № 4. С. 67–80.

Максимов А. И. Дополнение к флоре листостебельных мхов национального парка «Паанаярви» // Природа и экосистемы национального парка «Паанаярви». Тр. КарНЦ РАН. Серия Б. Биология. Вып. 3. Петрозаводск, 2003. С. 68–70.

Максимов А. И. Флора мхов Карелии в составе бриофлоры Восточной Фенноскандии // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат-лы Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Ч. 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. Петрозаводск, 2008. С. 316–318.

Максимов А. И., Золотов В. И. К флоре мхов национального парка «Паанаярви» (Республика Карелия) // Новости систематики низших растений. Т. 44. СПб; М.: КМК, 2010. С. 341–348.

Максимов А. И., Золотов В. И., Максимова Т.А. Новые находки мхов в Республике Карелия. 2 // Arctoa. 2010. Vol. 19. P. 259–260.

Максимов А. И., Максимова Т. А. Листостебельные мхи. Северное Приладожье // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья (опер.-информ. мат-лы). Петрозаводск, 2000. С. 256–265.

Максимов А. И., Максимова Т. А. Интересные и редкие виды листостебельных мхов Северного Приладожья // Новости систематики низших растений. Т. 35. СПб, 2001. С. 258–265.

Максимов А. И., Максимова Т. А. Распространение *Oligotrichum hercynicum* и *Pogonatum dentatum* (Polytrichaceae) в Республике Карелия на фоне антропогенной трансформации экосистем // Новости систематики низших растений. Т. 41. СПб, 2007. С. 326–331.

Максимов А. И., Волкова Л. А., Кукса И. В. Листостебельные мхи заповедника «Кивач» // Флористические исследования в Карелии. Вып. 2. Петрозаводск, 1995. С. 43–67.

Максимов А. И., Бойчук М. А., Максимова Т. А., Бакалин В. А. Разнообразие мохообразных проектируемых национальных парков «Койтайоки» (с ландшафтным заказником «Толвоярви»), «Тулос» и «Калевальский» // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск, 1998а. С. 75–84.

Максимов А. И., Максимова Т. А., Бакалин В. А. К бриофлоре ландшафтного заказника «Толвоярви» и проектируемого национального парка «Койтайоки» // Биоразнообразие, динамика и охрана болотных экосистем Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 1998б. С. 97–117.

Максимов А.И., Максимова Т. А., Бойчук М.А. Листостебельные мхи охраняемых территорий Карелии // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск, 2003. С. 105–119.

Максимов А. И., Максимова Т. А., Кучеров И. Б. Дополнения к флоре листостебельных мхов заповедника «Кивач» (Карелия). II // Ботан. журн. Т. 89, № 12. 2004. С. 1897–1901.

Максимов А. И., Игнатова Е. А., Максимова Т. А. Новые находки мхов в Республике Карелия // Arctoa, 2009а. Vol. 18. С. 250.

Максимов А. И., Кузнецов О. Л., Максимова Т. А. Флора мхов планируемого национального парка «Тулос» (Республика Карелия) // Новости систематики низших растений. Т. 43. СПб; М.: КМК, 2009б. С. 362–376.

Раменская М. Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск, 1960. 400 с.

Blom H. H. A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden // Bryophyt. Biblioth. 1996. Vol. 49. P. 1–333.

Brotherus V. F. Die Laubmoose Fennoskandias //Flora Fennica. 1923. Vol. 1. 635 s.

Halonen P., Ulvinen T. The bryoflora of the Paanajarvi National Park // Oulanka Reports. 1996. 16. P. 23–32.

Heikkila U., Huttunen S., Kravchenko A.V. et al. Botanical hotspots on the northwest shore of Lake Ladoga // Norrlinia. 1999. Vol. 7. P. 11–40.

Hill M. O., Bell M. A. N., Bruggeman-Nanenga Bugués M. et al. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia // J. Bryol. 2006. Vol. 28. P. 198–267.

Huttunen S., Wahlberg H. Threatened bryophytes on the northwest shore of Lake Ladoga // Norrlinia. 1999. Vol. 7. P. 69–76.

Ignatov M. S., Milyutina I. A. On *Sciuro-hypnum oedipodium* and *S. curtum* (Brachytheciaceae, Bryophyta) // Arctoa. 2007. Vol. 16. P. 47–61.

Ignatova E. A., Muñoz J. The Genus *Grimmia* Hedw. (Grimmiaceae, Musci) in Russia // Arctoa. 2004. Vol. 13. P. 101–182.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

Ignatova E., Maksimov A., Maksimova T., Belkina O. Notes on distribution *Schistidium* species (Grimmiaceae, Bryophyta) in Murmansk province and Karelia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 237–247.

Tuomikoski R. Materialien zu einer Laubmoosflora des Kuusamo-Gebietes // Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo. 1939. Vol. 12, N 4. S. 1–124.

Wahlberg H. The collections of threatened bryophytes from Ladoga Karelia in Finnish Herbaria // Arctoa. 1998. Vol. 7. P. 37–44.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Максимов Анатолий Иванович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: maksimov_tolya@mail.ru
тел.: (8142) 769810

Бойчук Маргарита Арсеньевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: boychuk@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Maksimov, Anatoly
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: maksimov_tolya@mail.ru
tel.: (8142) 769810

Boychuk, Margarita
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: boychuk@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 107–118

УДК 595.76:574.2:574.9

ВЫСОТНАЯ ПОЯСНОСТЬ И КОМПЛЕКСЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ В ПОЧВАХ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА

И. В. Зенкова[1], В. В. Пожарская[1], Б. Ю. Филиппов[2], А. А. Колесникова[3], С. Д. Середюк[4]

[1]Институт проблем промышленной экологии Севера, Кольский НЦ РАН, г. Апатиты
[2]Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск
[3]Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
[4]Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В результате почвенно-зоологических исследований, проведенных в таежном, субальпийском и альпийском горно-растительных поясах Хибинского горного массива, оценены видовой состав, численность и вертикальное распределение доминирующих семейств жесткокрылых – стафилинид, жужелиц, щелкунов. На г. Вудъяврчорр выявлены 15 видов стафилинид, 8 видов жужелиц и 4 вида щелкунов при их большем разнообразии на склоне северо-восточной экспозиции, почвы которого по таксономическому составу и численности фаунистических комплексов в большей степени, чем почвы южного склона, сходны с северотаежными подзолами Мурманской области. Для большинства выявленных видов жесткокрылых высотное распределение и встречаемость в горных биоценозах соответствуют зональным трендам. С учетом литературных данных в почвах г. Вудъяврчорр достоверно зарегистрированы 27 видов стафилинид из 14 родов и 23 вида жужелиц из 15 родов.

Ключевые слова: стафилиниды, жужелицы, щелкуны, видовой состав, Хибинские горы, высотная поясность, экспозиция склонов.

I. V. Zenkova, V. V. Pozharskaya, B. Yu. Filippov, A. A. Kolesnikova, S. D. Seredyuk. ALTITUDINAL ZONALITY AND BEETLES IN SOILS OF THE KHIBINY MOUNTAINS

As a result of soil-zoological studies carried out in the taiga, subalpine and alpine mountain belts of the Khibiny Mountains, the species composition, numbers and vertical distribution of the dominant Coleoptera families (Staphylinidae, Carabidae and Elateridae) were investigated. Fifteen species of the Staphylinidae family, 8 species of the Carabidae family and 4 species of Elateridae beetles were found on *the Vudyavrchorr* Mountain, the diversity being higher on the north-eastern slope. In the majority of the beetle species, the altitudinal distribution and occurrence in the alpine communities agree with zonal trends. Taking data from the literature into account, definite records from soils of *Vudyavrchorr* Mountain include 27 species (14 genera) of Staphylinids and 23 species (15 genera) of Carabids.

Key words: Staphylinidae, Carabidae, Elateridae, species composition, Khibiny Mountains, altitudinal belts.

Введение

Горные экосистемы являются уникальными природными «лабораториями» для изучения фундаментальных проблем экологии животных [Ермаков, 2009]. На примере высокогорных местообитаний Урала, Алтая, Дальнего Востока установлено неоднозначное влияние высотной поясности на беспозвоночных, в частности жесткокрылых. На модельных группах насекомых показано, что только снижение видового богатства с подъемом в горы является более или менее общей тенденцией [Мартыненко и др., 2007]. Для Хибинского горного массива, расположенного за Полярным кругом, высотная смена видового состава биоты была охарактеризована В. Ю. Фридолиным [1934, 1936]. Ученый отмечал, что фауна и флора «Хибинской горной страны» отличаются значительным для таких северных широт богатством и разнообразием видов, и разнородностью их зоогеографического происхождения: на сравнительно небольшой территории сосредоточен сложный комплекс лесных, горных и аркто-альпийских видов европейского и сибирского происхождения. Эволюционно более молодой лесной элемент биоты занимает таежные ландшафты, древний аркто-альпийский элемент фауны и флоры тяготеет к открытым пространствам горной тундры. В особый элемент В. Ю. Фридолин выделял «немногочисленные, но, несомненно, очень древние виды животных и растений», рассматривая, таким образом, Хибинские горы как «географический рефугиум», населенный реликтами фауны и флоры.

В дальнейшем, в ходе специальных исследований по жесткокрылым, в Хибинах были обнаружены 17 видов жужелиц (Carabidae) и 15 видов стафилинид (Staphylinidae); 7 видов щелкунов (Elateridae), которые охарактеризованы как горно-тундровые [Новиков, 1958; Россолимо, 1989, 1994]. Показано, что относительно бедная в Хибинах фауна жуков подразделяется на два ландшафтно-высотных комплекса – лесной и тундровый; тундровые виды жужелиц и стафилинид приурочены к наиболее высокогорным поясам. Энтомологическое обследование территории Хибинского массива в рамках подготовки проекта по организации национального парка «Хибины» подтвердило зоогеографическую закономерность – обеднение энтомофауны Северной Евразии при продвижении с востока на запад [Эколого-экономическое обоснование.., 1999].

В ходе почвенно-зоологических исследований, проводимых с целью оценки своеобразия, структурно-функциональной организации и сезонной активности фауны беспозвоночных в горных и зональных почвах региона, нами выявлены виды жесткокрылых, ранее не отмеченные для Хибин.

В настоящем сообщении приводятся списки видов жесткокрылых, обнаруженных в почвах г. Вудъяврчорр (юго-западная часть Хибинского горного массива), наиболее изученной с точки зрения метеорологических условий, растительности, почв и подстилающих их материнских пород. Обсуждается влияние высотной поясности на смену видового состава и количественных показателей доминирующих семейств жесткокрылых – стафилинид, жужелиц, щелкунов.

Материалы и методы

Полевые работы проведены на северо-восточном склоне г. Вудъяврчорр (67°38´ с.ш. 33°39´ в.д.), на котором отчетливо выражена высотная смена растительных поясов, соответствующая широтному зонированию территории Мурманской области. Лесной (горно-таежный) пояс на высоте 300–400 м переходит в субальпийский (горно-лесотундровый), на высоте 430–480 м сменяется альпийским (горно-тундровым) и выше 800 м – поясом арктических пустынь [Манаков, Никонов, 1979]. Растительность горно-таежного пояса представлена елово-березовым редколесьем (ЕР), горно-лесотундрового пояса – березовым криволесьем (БК). В пределах альпийского пояса тундра кустарничковая (ТК) с высотой сменяется тундрой лишайниково-кустарничковой (ТЛК).

На четырех площадках, соответствующих этим высотным поясам, в начале (15 июня) и конце (17 сентября) вегетационного сезона 2009 г. отбирали образцы размером 25×25 см на глубину органогенного горизонта 4–7 см. Для наиболее полного охвата видового состава беспозвоночных в пределах площадок исследовали образцы подстилок под разными типами растительности. Подробное описание растительного покрова на каждой площадке приведено в работе И.В. Зенковой с соавторами [2009].

Одновременно с отбором образцов подстилки в июне, который в Хибинах соответствует весеннему сезону, сопровождается сходом снега и совпадает с периодом размножения беспозвоночных, в пределах таежного, субальпийского и альпийского горно-растительных поясов устанавливали по три линии из 10 почвенных ловушек. В качестве ловушек использовали пластиковые стаканы объемом 500 мл, заполненные 4 % раствором формалина. Расстояние между ловушками в линии составляло 5 м, между линиями – 10 м. Срок экспозиции – 7 суток.

В лабораторных условиях почвенные образцы и содержимое ловушек разбирали вручную, затем почву прогревали до полной экстракции беспозвоночных. Массу животных определяли на аналитических весах. Численность и биомассу жесткокрылых рассчитывали по результатам учета почвенных образцов. Материал, собранный ловушками, использовали только для оценки видового состава жуков.

Всего проанализировано 50 образцов подстилки и 90 ловушек. Из образцов извлечены 2368 экземпляров беспозвоночных, в том числе 80 экз. стафилинид, 36 экз. щелкунов и 18 экз. жужелиц, из ловушек – 657 экз. беспозвоночных, из них 21 экз. стафилинид и 18 экз. жужелиц.

Результаты (описательная статистика) обрабатывали в программе Excel. Сходство видового состава жесткокрылых в горно-растительных поясах оценивали с помощью индекса общности Съеренсена.

Результаты и обсуждение

Таксономический состав жесткокрылых в горных почвах

В почвах северо-восточного склона г. Вудъяврчорр выявлены 15 видов стафилинид, 8 видов жужелиц и 4 вида щелкунов (табл. 1). Стафилиниды представлены 12 родами из 6 подсемейств: Omaliinae (*Arpedium quadrum*), Xantholininae (*Xantholinus linearis*), Staphylininae (*Quedius boopoides*), Steninae (*Stenus clavicornis*), Tachyporinae (*Tachinus elongatus, Bolitobius cingulatus, Lordithon pulchellus, Carphacis striatus, Mycetoporus lepidus*), Aleocharinae (*Atheta brunneipennis, A. graminicola, A. islandica, A. fungi, Devia prospera, Oxypoda annularis*). Представители трех подсемейств – Omaliinae, Tachyporinae и Aleocharinae – имеют адаптационный успех в Субарктике и населяют почвы северной тайги, южной и типичной тундры, а также горные тундры альпийского пояса [Колесникова, Ужакина, 2005]. В почвах г. Вудъяврчорр по числу видов (4) преобладал род *Atheta*. Жужелицы относились к 6 родам, среди них только 2 рода (*Patrobus* и *Calathus*) включали по 2 вида. Происхождение рода *Patrobus* связывают с горными безлесными областями Тибета и Гималаев [Замотайлов, 2004]. Виды этого рода широко представлены в аркто-альпийской фауне. Щелкуны принадлежали к 4 родам – *Athous, Eanus, Liotrichus* и *Hypnoidus*. Таким образом, для всех указанных семейств жесткокрылых в Хибинских горах можно констатировать их низкую насыщенность родами, а родов – видами.

Таблица 1. Видовой состав доминирующих семейств жесткокрылых в почвах г. Вудъяврчорр (склон северо-восточной экспозиции)

Виды	Биоценозы			
	ЕР	БК	ТК	ТЛК
Staphylinidae				
Arpedium quadrum (Gravenhorst 1806)	+	–	–	–
Stenus clavicornis (Scopoli 1763)	+	–	–	–
Carphacis striatus (Olivier 1794)	+	–	–	–
Atheta fungi (Gravenhorst 1806)	+	–	–	–
Atheta brunneipennis (Thomson 1852)	++	–	++	–
Atheta graminicola (Gravenhorst 1806)	+	+	–	–
Xantholinus linearis (Olivier 1795)	++	++	–	–
Quedius boopoides (Munster 1923)	+	+	–	–
Mycetoporus lepidus (Gravenhorst 1806)	+	+	–	–
Devia prospera (Erichson 1837)	++	++	–	–
Atheta islandica (Kraatz 1856)	–	+	–	–
Tachinus elongatus (Gyllenhal 1810)	–	+	–	–
Bolitobius cingulatus (Mannerheim 1830)	–	+	–	–
Lordithon pulchellus (Mannerheim 1830)	–	++	–	–
Oxypoda annularis (Mannerheim 1830)	–	+	–	–
Всего	10	10	1	0
Carabidae				
Notiophilus biguttatus (Fabricius 1779)	++	+	+	–
Patrobus assimilis (Chaudoir 1844)	+	++	+	–
Patrobus septentrionis (Dejean 1828)	+	–	+	–
Calathus micropterus (Duftschmid 1812)	+	–	++	–
Calathus melanocephalus (Linnaeus 1758)	+	–	–	–
Amara brunnea (Gyllenhal 1810)	–	+	++	–
Pterostichus brevicornis (Kirby 1837)	–	–	+	–
Curtonotus alpinus (Paykull 1790)	–	–	–	+
Всего	5	3	6	1
Elateridae				
Eanus costalis (Paykull 1800)	++	+	++	–
Liotrichus affinis (Paykull 1800)	+	++	+	–
Athous subfuscus (O.Muller 1764)	++	+	–	–
Hypnoidus rivularius (Gyllenhal 1808)	–	–	–	++
Всего	3	3	2	1

Примечание. ++ – виды, преобладающие по численности.

В целом на территории Мурманской области выявлено не менее 192 видов стафилинид из 67 родов при наибольшем видовом разнообразии родов *Atheta, Stenus, Lathrobium, Quedius, Philonthus*. Жужелицы представлены 76 видами, относящимися к 29 родам. По числу видов преобладают рода *Amara* – 18, *Bembidion* – 8,

Agonum – 7, *Pterostichus* и *Notiophilus* – по 4. Семейство щелкунов насчитывает не менее 30 видов из 16 родов, около половины видов приурочено к приморским лугам Белого моря (южная часть Кольского полуострова). Наиболее разнообразны роды *Selatosomus*, *Athous* и *Ampedes*, включающие от 3 до 5 видов. Остальные 13 родов содержат по одному виду. Эндемиков среди представленных видов жесткокрылых нет, все они широко распространены и типичны для таежной зоны [Бызова и др., 1986; Россолимо, 1994; Каталог биоты.., 2008; Эколого-экономическое обоснование.., 1999].

Стафилиниды (Staphylinidae)

Из 15 видов стафилинид, выявленных в пределах г. Вудъяврчорр, в подстилках горно-таежного (еловое редколесье) и горно-лесотундрового (березовое криволесье) поясов были обнаружены по 10 видов. Общими для этих горно-лесных поясов были 5 видов, из них 2 вида доминировали: *X. linearis* – эвритопный бореомонтанный вид, обычный в подстилках равнинных и горных лесов бореальной зоны, и тундровый *D. prospera,* тяготеющий к арктическим ландшафтам. Различия в комплексах стафилинид горно-лесных поясов заключались в более выраженном доминировании вида *D. prospera* в ЕР по сравнению с БК, а также в наборе малочисленных видов. В горном ельнике доминантный комплекс дополнял бореальный лесной вид *A. brunneipennis*, в горном березняке – полизональный вид *L. pulchellus.* В горной тундре видовой состав стафилинид резко обеднялся. Единственным найденным здесь видом был лесной *A. brunneipennis*. Арктические и арктобореальные виды *A. islandica, A. graminicola* и *A. quadrum*, в целом тяготеющие к тундровым ландшафтам, в альпийском поясе Хибин обнаружены не были. Их высотное распределение органичивалось горной лесотундрой (см. табл. 1).

Большинство из видов стафилинид, выявленных в горно-растительных поясах Хибин, имеют обширные ареалы, распространены в различных природных зонах, по биотопическому преферендуму характеризуются как лесные (табл. 2). Для доминирующих видов из подсемейства алеохарин (*D. prospera, A. brunneipennis*) в экстремальных условиях обитания характерен переход от зоофагии к факультативной сапро- и мицетофагии, что, вероятно, и обеспечивает преобладание этих видов в составе стафилинидокомплексов горных почв Хибин.

Виды стафилинид, малочисленные в горно-лесных поясах Хибин, распространены как в тайге, так и в тундре (см. табл. 2), но требовательны к определенным микроклиматическим условиям: температуре, влажности, кислотности почв. Так, *A. quadrum* – холодолюбивый эвритопный подстилочный вид, обычный в бореальной зоне и тундровых экосистемах, предпочитает почвы с влажностью 50%. Эвритопный вид *A. fungi* тяготеет к влажным и затененным местообитаниям с богатой растительностью. Лесной ксеромезофильный вид *O. annularis* предпочитает почвы с влажностью около 40%, термопреферендум вида снижается в осенний период по сравнению с летним.

Таблица 2. Экологическая характеристика видов стафилинид, обитающих в почвах г. Вудъяврчорр

Горно-растительный пояс	Вид	Зоогеографическая характеристика	Биотопический преферендум	Жизненная форма
БК	*A. islandica*	СЦа	т	з сг
	T. elongatus	Цбм	т, лс	з сх
	L. pulchellus	Цп	лс	з сп
	B. cingulatus	Цп	лг, лс	з сп
	O. annularis	ЕСб	лст, лс, лг	з сппч
ЕР, БК	*X. linearis*	СЦбм	э	з сг
	M. lepidus	ГАп	лс, лг, п	зм сп
	Q. boopoides	Еп	лс	з сп
	A. graminicola	ЕСаб	т, лс	зм сг
	D. prospera	СЦб	т	з сппч
ЕР	*A. fungi*	ТПп	э	з сппч
	S. clavicornis	ТПп	э	фд сх
	A. quadrum	ТПаб	т, лст, лс, лг, бл	з сп
	C. striatus	ТПп	лг, лс	з сп
ЕР, ТК	*A. brunneipennis*	Еб	лс	зм сг

Примечания. Зоогеографическая характеристика: ГА – голарктический, Ц – циркумареал, СЦ – субциркумареал, ТП – транспалеарктический, ЕС – европейско-сибирский, Е – европейский (а – арктический, аб – аркто-бореальный, б – бореальный, бм – борео-монтанный, п – полизональный) [Колесникова, 2008]. Биотопический преферендум: лс – лес, бл – болото, т – тундра, лст – лесотундра, лг – луг, п – поле, э – эвритопный [Колесникова, 2002]. Жизненная форма: з – зоофаги, зм – зоофаги, склонные к мицетофагии, фд – фитодетритиколы (сх – стратохортобионты, сп – стратобионты подстилочные, сппч – стратобионты подстилочно-почвенные, сг – стратогеобионты) [Колесникова, 2002].

Несмотря на обширные ареалы и широкое распространение большинства видов стафилинид, выявленных в горно-растительных поясах Хибин, только три из них ранее указывались для г. Вудъяврчорр: *A. quadrum, A. graminicola, T. elongatus* [Россолимо, 1994]. Остальные 12 видов впервые отмечены для Хибинских гор, в том числе 8 видов (*X. linearis*, *L. pulchellus, C. striatus* и 5 видов алеохарин – *A. brunneipennis, A. graminicola, A. islandica, A. fungi, D. prospera*) – впервые для территории Мурманской области.

Европейский бореальный вид *A. brunneipennis,* евро-сибирский аркто-бореальный *A. graminicola* и транспалеарктический полизональный *A. fungi* указаны в списках беспозвоночных, зарегистрированных в окрестностях Беломорской биологической станции МГУ [Каталог биоты.., 2008]. Биостанция расположена на Карельском побережье Белого моря вблизи островов Кандалакшского заповедника (южная часть Кольского пролуострова), что позволяет предположить распространение указанных видов и на территории Мурманской области. Доминанты стафилинидокомплексов горно-таежного и горно-лесотундрового поясов – *X. linearis* и *D. prospera*, а также вид *A. islandica,* тяготеющий к тундровым ландшафтам, в Каталоге ББС МГУ не указаны. Вероятно, для Мурманской области эти виды могут рассматриваться как обитатели горно-растительных поясов Хибин. На Европейском Северо-Востоке России *X. linearis* обычен в равнинных и горных лесах, *D. prospera* отмечен в северотаежной подзоне и тундровой зоне, *A. islandica* встречается в равнинных тундрах [Колесникова, 2002]. Последний вид распространен в Исландии, на севере Фенноскандии и России, в Северной Америке [Lohse at al., 1990].

Наряду с обнаружением ряда видов стафилинид, новых для Хибин и Кольского Севера в целом, в наших сборах отсутствовали представители 12 видов, указанные для г. Вудъяврчорр в работах Т. Е. Россолимо [1989, 1994]: *Atheta atramentaria, Atheta pilicornis, Liogluta longiuscula, L. nitidula, Mannerheimia archica, Othius angustus, Quedius fulvicollis, Stenus geniculatus, S. ludyi, Tachinus bicuspidatus, T. marginellus, T. pallipes.* С учетом этих данных в почвах г. Вудъяврчорр достоверно зарегистрированы 27 видов стафилинид из 14 родов. По числу видов преобладают 3 рода: *Atheta* (6 видов), *Tachinus* (4) и *Stenus* (3).

Многообразные в экологическом отношении представители рода *Atheta* на Севере в большом количестве встречаются в лесной подстилке, луговой дернине, под корой, в разлагающихся остатках животного происхождения, составляют основу стафилинидофауны плодовых тел грибов и муравьиных гнезд [Бабенко, 2000]. Род *Tachinus* распространен преимущественно в высоких широтах и горных областях и постепенно исчезает в более южных районах [Тихомирова, 1973]. Представители рода *Stenus* обычны на открытых и освещенных солнцем территориях [Krogerus, 1948]; на Севере часто встречаются среди камней по берегам рек и ручьев [Колесникова, 2002].

Таким образом, фауна стафилинид в Хибинских горах представлена широкораспространенными эвритопными и холодоустойчивыми видами. Кроме бореальных и полизональных видов в нее включены арктические, аркто-бореальные и борео-монтанные элементы, что характерно для комплексов стафилинид других горных экосистем, в частности Приполярного и Полярного Урала [Биоразнообразие.., 2007].

Жужелицы (Carabidae)

У жужелиц, в отличие от стафилинид, максимум видового разнообразия наблюдался в горно-альпийском поясе (6 видов против 3–5 в лесных поясах, расположенных ниже по склону), однако все виды в пределах этого пояса были представлены единичными экземплярами (см. табл. 1).

В горном ельнике доминировал европейско-западносибирский лесной поверхностно-подстилочный вид *N. biguttatus* (50% от общего числа жужелиц), зональное распространение которого связано с хвойными породами [Воронин, 2000]. Субдоминировали лесные подстилочные виды *P. assimilis* и *C. micropterus*. Наряду с ними встречались полизональный *C. melanocephalus* и влаголюбивый бореально-альпийский *P. septentrionis* (табл. 3). Все эти виды жужелиц – неспециализированные хищники, стратобионты подстилочные [Шарова, 1981; Lindroth, 1992; Воронин, 2000]. Термопреферендумы этих видов летом лежат в пределах 20–25 °С, осенью понижаются до 14–19 °С [Россолимо, 1989].

Вверх по склону г. Вудъяврчорр численность *N. biguttatus* снижалась, и в березовом криволесье доминирование перешло к виду *P. assimilis*, плотность которого в пределах горы была максимальной именно в этом растительном поясе. *P. assimilis* – евро-сибирский таежный вид; предпочитает увлажненные местообитания: подстилки еловых и мелколиственных лесов, встречается по берегам водоемов [Воронин, 2000].

В ТК и ТЛК г. Вудъяврчорр видовой состав жужелиц расширялся за счет представителей арктической и гипоарктической фауны – видов *C. alpinus* и *P. brevicornis*. Эти виды были

Таблица 3. Экологическая характеристика видов жужелиц, обитающих в почвах г. Вудъяврчорр

Горно-растительный пояс	Вид	Зоогеографическая характеристика	Биотопический преферендум	Жизненная форма	Термопреферендум, °С, весна / осень	Жизненный цикл (в северной тайге)
ТЛК	*C. alpinus*	ГА	т	м.гх	14–22	2 рЛ?
ТК	*P. brevicornis*	ГА	т	з.с.п	15–23/12–24	2 пЛ
БК, ТК	*A. brunnea*	ГА	лс	м.с-скв	15–25/24–32	2 рЛ
ЕР-ТК	*N. biguttatus*	ЕЗС	лс	з.с.п-п	15–25/12–19	1рЛ?
	C. micropterus	ТПп	лс	з.с.п	20–25/14–16	2 рЛ
	P. assimilis	ЕС	лс, бл	з.с.п	15–23/14–19	2 рЛ
	P. septentrionis	ГА	лс, бл	з.с.п	?	2рЛ?
ЕР	*C. melanocephalus*	ТПп	э	з.с.п	?	2 рЛ

Примечания. Зоогеографическая характеристика: ГА – голарктический, ТП – транспалеарктический (п – полизональный, б – бореальный), ЕС – европейско-сибирский, ЕЗС – европейско-западносибирский [Kryzhanovskij et al., 1995]. Биотопический преферендум: лс – лесной, бл – болотный, т – тундровый, э – эвритопный [Lindroth, 1992]. Жизненная форма: з – зоофаги (с.п – стратобионты подстилочные, с.п-п – стратобионт поверхностно-подстилочный), м – миксофитофаги (с – стратобионты, с-скв – стратобионт-скважник, гх – геохортобионты) [Шарова, 1981]. Жизненный цикл: 1рЛ – одногодичный с раннелетним размножением, 2 рЛ – облигатно-двухгодичный с раннелетним размножением, 2пЛ – облигатно-двухгодичный с позднелетним размножением, ? – параметры вызывают сомнения [Филиппов, 2008]. Термопреферендумы указаны по: Т. Е. Россолимо [1989].

найдены нами только в пределах горно-тундрового пояса, что подтверждает вывод о том, что они предпочитают наиболее высокогорные пояса Хибин [Россолимо, 1989, 1994].

Типично тундровый арктический вид *C. alpinus* также приурочен к наиболее суровым по климатическим условиям высокогорным местообитаниям Полярного Урала [Чернов и др., 2000, 2001; Ермаков, 2005]. Взрослые жуки толерантны к замерзанию; термопреферендум вида сохраняется в разных точках ареала [Россолимо, 1994]. Трофической особенностью вида является миксофитофагия [Шарова, 1981]. Аркто-альпийский вид *P. brevicornis,* по литературным данным, заходит в подзону северной тайги [Poppius, 1910], однако в южной части Кольского полуострова ранее обнаружен не был: он отсутствует в списке жесткокрылых Кандалакшского природного заповедника, на территории которого в ходе многолетних почвенно-зоологических исследований различных биотопов были обнаружены 49 видов жужелиц [Бызова и др., 1986].

Несмотря на расширение видового состава жужелиц горно-тундрового пояса Хибин за счет аркто-альпийских видов, преобладающими по плотности, хотя и немногочисленными, здесь были лесные виды – *C. micropterus* и *A. brunnea* (см. табл. 1, 3). Вид *A. brunnea* был выявлен не только в высокогорной тундре и березовом криволесье, но и на участке ерниковой тундры у подножия г. Вудъяврчорр (324 м над уровнем моря), однако не встречен в нижнегорном поясе елового редколесья. Следовательно, высотное распределение вида *A. brunnea* в Хибинах соответствует его биотопическим преферендумам: предпочтению мелколиственных лесов в таежной зоне и ерниковых тундр в Заполярье [Poppius, 1910; Lindroth, 1992].

Таким образом, во всех горно-растительных поясах по видовому составу и численности преобладали лесные виды жужелиц, имеющие обширное голарктическое или транспалеарктическое распространение. Ранее большое число таежных видов жесткокрылых, в том числе жужелиц, было отмечено для южных тундр полуострова Канин [Poppius, 1909]. В пределах Западно-Сибирской равнины виды таежной фауны с широкой экологической валентностью, среди которых жужелицы *A. brunnea* и *C. micropterus,* на повышениях рельефа выходят в лесотундру, представленную лиственничными сфагново-лишайниковыми редколесьями [Стриганова, Порядина, 2005]. Фауна жужелиц высокогорных биоценозов Северного Урала включает как эвритопные виды, характерные для разных высотных поясов, так и стенотопные аркто-альпийские, встречающиеся только в горах и сближающие фауну высокогорий с фауной высоких широт [Ермаков, 2005]. Проникновение ряда лесных видов жужелиц, как и стафилинид, в альпийский пояс Хибин свидетельствует о мягкости климатических условий в горных тундрах Кольского полуострова.

У жужелиц, обитающих в Хибинских горах, жизненный цикл растянут на несколько лет из-за короткого периода с положительными температурами воздуха [Россолимо, 1989]. Большинство видов, отмеченных нами на г. Вудъяврчорр, в подзоне северной тайги имеют облигатно-двухгодичный жизненный цикл с раннелетним размножением, что типично для жужелиц заполярных регионов [Филиппов, 2006–2008]. Исключением являются *P. brevicornis* с позднелетней репродукцией и *N. biguttatus* с одногодичным жизненным циклом с раннелетним размножением. Очевидно, с этой особенностью жизненного цикла связано обнаружение значи-

тельного количества особей *N. biguttatus* в всесенний полевой сезон (в июне). Только весной в верхних поясах горной тундры была найдена жужелица *C. alpinus*, у которой в сходных по климатическим условиям южных тундрах полуострова Канин отмечен двухгодичный жизненный цикл с размножением в начале сезона [Филиппов, 2007].

Остальные виды жужелиц были встречены в почвенных образцах еще и осенью (в сентябре), что соответствует литературным данным по их сезонной активности: *P. assimilis, C. melanocephalus, C. micropterus* наиболее многочисленны с конца мая по сентябрь, *A. brunnea*, *P. septentrionis* – в июле-августе [Lindroth, 1986; Разнообразие насекомых.., 2008]. На склоне северо-восточной экспозиции г. Вудъяврчорр *A. brunnea* была обнаружена только весной, а на склоне южной экспозиции – еще и осенью. Температурный преферендум этой жужелицы в осенние месяцы повышается [Россолимо, 1989], это объясняет ее обитание на южных склонах Хибинских гор, более обеспеченных теплом по сравнению со склонами иной экспозиции.

Таким образом, результаты по разнообразию жужелиц г. Вудъяврчорр, их сезонной активности и высотному распределению согласуются с литературными данными.

Помимо перечисленных выше жужелиц, в Хибинских горах были зарегистрированы следующие виды: *Notiophilus aquaticus* L., *N. germinyi* Fauvel., *Carabus glabratus* Paykull, *C. problematicus* Herbst, *Cychrus caraboides* L., *Elaphrus riparius* L., *Loricera pilicornis* Fabricius, *Miscodera arctica* Paykull, *Bembidion bipunctatum* F., *B. yukonum* Fall., *Amara quenseli* Schoenh., *Harpalus laevipes* Zetterstedt, *Cymindis vaporariorum* L. и представитель околоводной фауны – *Nebria rufescens* Schoenheri [Фридолин, 1934; Россолимо, 1989, 1994; Эколого-экономическое обоснование.., 1999]. С учетом этих данных карабидофауна Хибинских гор включает 23 вида из 15 родов.

Щелкуны (Elateridae)

Из четырех видов щелкунов, выявленных в пределах г. Вудъяврчорр, личинки *E. costalis* и *L. affinis* населяли подстилки всех высотных поясов, личинки *A. subfuscus* – только горно-лесных биоценозов. Щелкунчик ручьевой *H. rivularius* на склонах разной экспозиции был встречен лишь в наиболее высокогорных тундровых местообитаниях (см. табл. 1). В горном ельнике среди щелкунов доминировали *E. costalis* и *A. subfuscus*. В березовом криволесье оба вида имели равную численность и обилие, но уступали доминирование виду *L. affinis*. В горной тундре личинки *A. subfuscus* отсутствовали, тогда как численность личинок *E. costalis* возросла, и они преобладали.

E. costalis – циркумборео-монтанный вид (Цбм), широко распространен по всей таежной зоне до лесотундры. В северной тайге является фоновым и достигает более высокой плотности, чем в средней. Населяет редкостойные леса, лесные поляны с разнотравьем, луга, ерниковые болота. Личинки щелкунов рода *Eanus* по типу питания – хищники и некрофаги с хорошо выраженной способностью к сапрофагии. Развиваются в моховой дернине влажных зеленомошных еловых и сосновых лесов, реже в ельниках травянистых и сосняках лишайниковых. В горах предпочитают кустарничковые и ерниковые горные тундры [Медведев, 2001].

Щелкун *A. subfuscus* – европейско-сибирский бореальный вид евро-сибирского комплекса (ЕСб), распространен по всей таежной зоне, встречается в мелколиственных подтаежных лесах. Из-за широких пищевых связей (фито-, сапро- и некросапрофагия, хищничество) жуки обитают как под пологом хвойных и смешанных лесов, так и в открытых биотопах: на опушках, вырубках, где дополнительно питаются молодыми листьями и побегами березы, рябины, сосны. Щелкун повреждает семена лесных культур. Личинки предпочитают подстилку с развитым кустарничковым ярусом и моховой дерниной. Реже развиваются в сильно разложившейся древесине хвойных пород [Гурьева, 1961; Медведев, 2001; Стриганова, Порядина, 2005].

Оба вида являются доминантами элатеридокомплексов в зональных сосняках и ельниках Мурманской области, в подстилках которых развиваются личинки не менее семи видов элатерид, в том числе: *L. affinis*, *Mosotalesus impressus* (Fabricius 1792), *Dolopius marginatus* (Linnaeus 1758), *Ampedes nigrinus* (Herbst 1784), *Sericus brunneus* (Linnaeus 1758), при их большем разнообразии в сосняках [Середюк и др., 2007; Зенкова, 2008]. Следовательно, для двух видов щелкунов, фоновых и доминантных в подстилках зональных лесов, высотное распределение в пределах г. Вудъяврчорр было неодинаковым (табл. 4). Для *A. subfuscus* оно ограничилось горно-лесными биоценозами, тогда как *E. costalis* населял почвы всех горно-растительных поясов, но максимальной численности достигал в открытых местообитаниях с тундровой растительностью (кустарничковая тундра горно-альпийского пояса, участок ерниковой тундры у подножия горы). Встречаемость щелкуна *E. costalis* во всех горно-растительных поясах

соответствует широкому спектру биотопических преферендумов этого вида, а также предпочтению личинками и жуками более низких температур по сравнению с другими таежными видами щелкунов. Для Хибин *E. costalis* охарактеризован как наиболее холодоустойчивый вид щелкунов. Личинки способны выдерживать крайне низкие температуры: летом температура переохлаждения личинок составляет в среднем –12,3 ˚С, к осени понижается до –15,9 ˚С [Россолимо, 1994].

Разной холодоустойчивостью можно объяснить и различия в сезонной активности щелкунов *A. subfuscus* и *E. costalis*. На склоне северовосточной экспозиции г. Вудъяврчорр личинки обоих видов были обнаружены только в июне, а на склоне южной экспозиции личинки *E. costalis* встречались еще и осенью.

Щелкун *L. affinis* характеризуется как трансевразиатский борео-монтанный вид (ТЕбм), фоновый в равнинных и горных хвойных и лиственных лесах северной тайги и лесотундры. В западносибирской тайге наряду с лесотундрой населяет ельники и березняки южно- и северотаежной подзоны [Стриганова, Порядина, 2005]. В Республике Коми встречается в горных тундрах, на пойменных и подгольцовых лугах, в средней тайге редок. Жуки предпочитают крупнотравные растительные сообщества, питаются на цветах купыря лесного и рябины. Личинки развиваются в луговой почве, в подстилке хвойных и лиственных лесов с травянистым и кустарничковым покровом, под корой ели, березы, ольхи. По типу питания – некросапрофаги и хищники [Медведев, 2001].

В подстилках зональных сосняков и ельников Мурманской области щелкун *L. affinis* встречается редко (в сосняках с примесью лиственных пород) и значительно уступает по численности доминирующим видам *E. costalis* и *A. subfuscus* [Середюк и др., 2007; Зенкова, 2008]. В южной части Кольского полуострова – на беломорских островах Кандалакшского заповедника – единичные находки *L. affinis* сделаны только в березняке кустарничково-разнотравном [Бызова и др., 1986]. В Хибинах этот вид указан для среднегорных и межгорных биоценозов [Фридолин, 1934; Россолимо, 1994]. В пределах г. Вудъяврчорр на склонах разной экспозиции личинки *L. affinis* найдены нами в поясе березового криволесья, тундре кустарничковой и ерниковой. Очевидно, в северотаежной подзоне Мурманской области щелкун *L. affinis* предпочитает смешанные и лиственные леса равнинной и горной тайги и лесотундры, а также горные тундры.

Мелкоразмерный щелкунчик ручьевой *H. rivularius* в лесных подзолах центральной и юго-западной части Мурманской области не был встречен [Середюк и др., 2007; Зенкова, 2008]. Нет этого вида и в списках жесткокрылых беломорских островов Кандалакшского заповедника, составленных по результатам многолетних исследований различных островных биотопов: сосняков кустарничково-зеленомошных, сосняков лишайниковых, ельников кустарничково-зеленомошных, березняков кустарничково-разнотравных, наскальных мохово-лишайниковых подушек, приморских лугов злаково-разнотравных [Бызова и др., 1986]. Вместе с тем имеются указания на встречаемость щелкунов родов *Hypnoidus* и *Cryptohypnus* в горных тундрах Кольского полуострова [Фридолин, 1934; Стриганова, 1973; Россолимо, 1994].

H. rivularius – трансевразиатский аркто-борео-монтанный вид (ТЕабм). В западносибирской тайге встречается в сосняках, березняках, открытых местообитаниях, но максимальной численности достигает в ерниках и березняках лесотундры; в тундре предпочитает ерники и луговые почвы [Стриганова, Порядина, 2005]. В Республике Коми нечаст в равнинной тайге,

Таблица 4. Экологическая характеристика видов щелкунов, обитающих в почвах г. Вудъяврчорр

Горно-растительный пояс	Вид	Зоогеографическая характеристика	Биотопический преферендум	Тип питания личинок
ТЛК	*H. rivularius*	ТЕабм	лс, т, ерн, лг	всеядные со слабо выраженной фитофагией
ЕР, БК	*A. subfuscus*	ЕСб	лс, открытые биотопы (опушки, вырубки)	широкие пищевые связи: фито-, сапро-, некро-сапрофагия, хищничество
ЕР-ТК	*E. costalis*	Цбм	лс, лг, ерн, бл	хищники, некрофаги с хорошо выраженной способностью к сапрофагии
	L. affinis	ТЕбм	лс, лст, т, лг	некросапрофаги, хищники

Примечания. Зоогеографическая характеристика: Цбм – циркумборео-монтанный, ЕСб – европейско-сибирский бореальный, ТЕбм – трансевразиатский борео-монтанный, ТЕабм – трансевразиатский аркто-борео-монтанный [Медведев, 2001]. Биотопический преферендум: лс – лес, лст – лесотундра, т – тундра, ерн – ерник, лг – луг, бл – болото [Медведев, 2001].

но является массовым в зональной тундре, населяет различные типы тундровых местообитаний, прибрежные луга, участки редкостойных ивняков и березняков, встречается в горно-лесном поясе, горных тундрах, на гольцах. Личинки всеядные со слабо выраженной фитофагией, предпочитают разлагающиеся растительные остатки, хищничают; способны обитать в суровых условиях высокогорий, развиваясь в моховом покрове и полостях под камнями [Медведев, 2001]. Следовательно, обнаружение личинок *H. rivularius* в почвах альпийского пояса Хибин согласуется с характеристикой этого вида как горно-тундрового.

Таким образом, для жуков-щелкунов, как и жужелиц, населяющих подстилки основных горно-растительных поясов Хибин, прослеживается высотная смена таежных видов тундровыми.

Влияние высотной поясности на численность жесткокрылых

В подстилках всех растительных поясов г. Вудъяврчорр среди беспозвоночных доминировали насекомые. У насекомых преобладали двукрылые (25–55% от общей численности) и жесткокрылые (6–19%). Общая доля представителей этих отрядов в составе энтомокомплексов горных почв (64–98%) была сопоставима с таковой в зональной тайге (50–95%), но уровень плотности был ниже (табл. 5). В большинстве горно-растительных поясов численность каждого из этих отрядов не превысила 100 экз./м^2, тогда как в северотаежных подзолах Мурманской области она в 2–3 раза выше.

Среди жуков в подстилках зональных сосняков и ельников лесов господствуют мягкотелки (40–80%), менее обильны стафилиниды (10–35%) и щелкуны (5–13%), жужелицы единичны. В Хибинских горах увеличивается доля семейств с короткими, одно-двухгодичными, циклами – стафилинид (20–62% от числа жуков) и жужелиц (5–16%) и сокращается доля мягкотелок (5–48%), личинки которых развиваются в почве несколько лет.

На склонах г. Вудъяврчорр для стафилинид максимум численности, как и видового разнообразия, был отмечен в горно-лесных поясах – ЕР и БК (см. табл. 5). Личинки щелкунов максимальных значений численности, биомассы (2 г/м^2) и пространственной встречаемости (обнаружены в 100% образцов подстилки) достигали в лиственном типе леса – горном березняке. Плотность жужелиц, как и других хищных членистоногих (пауки, многоножки мягкотелки), была максимальна на открытых пространствах горной тундры. Это соответствует зональной тенденции повышения удельного веса зоофагов в составе фауны северных широт [Чернов, 1980, 2008].

Заключение

В Хибинских горах, как и в зональных лесах северотаежной подзоны Мурманской области, жесткокрылые являются одной из ведущих групп почвенной фауны. Они населяют все высотные пояса, но распределение представителей разных семейств по профилю горы неоднозначно. Стафилиниды и личинки щелкунов наиболее многочисленны и разнообразны в видовом отношении в горно-лесных поясах – еловом редколесье и березовом криволесье, жужелицы – на открытых пространствах горной тундры.

Таблица 5. Изменение численности беспозвоночных в пределах г. Вудъяврчорр, экз./м^2

Беспозвоночные	Горно-растительные пояса			
	ЕР	БК	ТК	ТЛК
Стафилиниды (*Staphylinidae*)	37	62	19	7
Мягкотелки (*Cantharidae*)	27	8	42	<1
Щелкуны (*Elateridae*)	9	21	12	5
Жужелицы (*Carabidae*)	5	6	12	3
Долгоносики (*Curculionidae*)	8	3	<1	<1
Ощупники (*Pselaphidae*)	–	–	–	–
Мертвоеды (*Silphidae*)	–	–	–	–
Пилюльщики (*Byrrhidae*)	–	–	–	<1
Прочие жуки	–	<1	3	<1
Жесткокрылые (*Coleoptera*) всего	86	100	88	14
Двукрылые (*Diptera*)	109	277	89	97
Насекомые (Insecta) всего	207	386	276	127
Прочие группы (люмбрициды, энхитреиды, нематоды, пауки, многоножки, моллюски)	224	210	92	50
Общая численность, экз./м^2	431	596	368	177
Общая зоомасса, г/м^2	2,5	7,4	1,7	0,2
Число таксонов	17	17	17	13

Примечание. Прочерк – группа не выявлена.

На склоне северо-восточной экспозиции г. Вудъяврчорр выявлены 15 видов стафилинид, 8 видов жужелиц и 4 вида щелкунов. Большинство зарегистрированных жесткокрылых – широкораспространенные голарктические и транспалеарктические виды, по биотопическому преферендуму характеризуются как лесные. Группа аркто-бореальных и арктических видов в составе фауны незначительна. Принадлежащие к этой группе жужелица *Curtonotus alpinus* и щелкун *Hypnoidus rivularius* встречаются в наиболее высотных поясах горной тундры – в наскальных лишайниково-кустарничковых группировках. Следовательно, в Хибинах прослеживается высотная смена таежных видов жужелиц и щелкунов тундровыми.

Тундровые виды стафилинид, напротив, предпочитают лесные подстилки горного ельника и березняка, в результате в этих поясах обитают как таежные, так и тундровые виды. Влияние высотной поясности на комплексы стафилинид заключалось в резком обеднении их видового состава в горной тундре и снижении плотности видов, общих для горно-лесных поясов при переходе от таежного пояса к субальпийскому.

Стафилиниды – жесткокрылые, более тесно связанные с почвенной средой на всех стадиях жизненного цикла по сравнению с жужелицами и щелкунами, имаго которых совершают активные миграции. Очевидно, стафилиниды более требовательны к микроклиматическим условиям, физическим и физико-химическим свойствам почв, которые, в свою очередь, зависят от состава и степени развития растительного покрова. Комплексы стафилинид в почвах Хибин более разнообразны в видовом отношении, чем другие семейства жесткокрылых, и могут иметь большую ценность как индикаторы почвенных свойств. Возможно, именно со своеобразием почв Хибинского горного массива (гумусированных и богатых биогенными элементами – N, Ca, Mg, P, K) связано обитание в них представителей 8 видов стафилинид (*Xantholinus linearis*, *Lordithon pulchellus, Carphacis striatus, Atheta brunneipennis, A. graminicola, A. islandica, A. fungi, Devia prospera*), которые впервые зарегистрированы на территории Мурманской области.

Еловые редколесья горно-таежного пояса и березовые криволесья субальпийского пояса характеризуются общим набором видов-доминантов, к числу которых относятся: стафилиниды *Devia prospera, Xantholinus linearis, Atheta brunneipennis*, жужелицы *Notiophilus biguttatus, Patrobus assimilis, Calathus micropterus,* щелкуны *Eanus costalis, Athous subfuscus, Liotrichus affinis.* Сходство видового состава трех доминирующих семейств жесткокрылых, рассчитанное с использованием индекса Съеренсена, составило для горного ельника и березняка 59%, тогда как сходство этих горно-лесных поясов с горно-тундровыми – лишь 40–46%.

Исследования выполнены при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранение»).

Литература

Бабенко А. С. Изменение видового разнообразия стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в высотно-поясном градиенте экосистем юга Сибири // Сибирский экол. журн. 2000. № 3. С. 279–282.

Биоразнообразие экосистем Полярного Урала / Ред. М. В. Гецен. Сыктывкар, 2007. 252 с.

Бызова Ю. Б., Уваров А. В., Губина В. Г. и др. Почвенные беспозвоночные беломорских островов Кандалакшского заповедника. М.: Наука, 1986. 311 с.

Воронин А. Г. Зоогеографический анализ жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) лесной зоны среднего Урала // Энтомол. обозрение. 2000. Вып. 2. С. 328–340.

Гурьева Е. Л. Жуки-щелкуны Ленинградской области // Тр. Всесоюзн. энтомол. об-ва. 1961. Т. 48. С. 38–62.

Ермаков А. И. Почвенная мезофауна высокогорных биоценозов Северного Урала // Мат-лы 4 (14) Всерос. совещ. по почвенной зоологии. Тюмень, 2005. С. 112–113.

Ермаков А. И. Структура населения беспозвоночных в высокогорьях Северного Урала (на примере массива Денежкин камень): автореф. дис. … канд. биол. наук. Екатеринбург, 2009. 16 с.

Замотайлов А. С. Филогения и таксономия жужелиц подсемейства Patrobinae (Coleoptera, Carabidae): автореф. дис. … докт. биол. наук. СПб: Зоол. ин-т, 2004. 48 с.

Зенкова И. В. Беспозвоночные животные – индикаторы свойств подстилок в лесах Кольского Севера // Науч. вестник Черновицкого университета. Серия Биология. Вып. 403–404. Черновцы: Рута, 2008. С. 88–100.

Зенкова И.В., Пожарская В.В., Похилько А.А. Материалы к почвенной фауне Хибинского горного массива на примере горы Вудъяврчорр // Вестник МГТУ. Проблемы наук о Земле. Мурманск: МГПУ, 2009. Т. 12, вып. 3. С. 516–524.

Каталог биоты Беломорской биологической станции МГУ / Ред.: А. В. Чесунов, Н. М. Калякина, Е. Н. Бубнова. М.: КМК, 2008. 384 с.

Колесникова А. А. Жуки-стафилиниды (*Coleoptera: Staphylinidae*) Европейского Северо-Востока России. Равнины: автореф. дис. … канд. биол. наук. Воронеж, 2002. 22 с.

Колесникова А. А. Герпетобионтные жесткокрылые (*Carabidae, Staphylinidae*) Северного Урала // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: мат-лы междунар. конф. В 2-х ч. Ч. 1. Горно-Алтайск, 2008. С. 118–121.

Колесникова А. А., Ужакина О. А. О фауне и биотопическом распределении жужелиц (*Carabidae*) и стафилинид (*Staphylinidae*) Ненецкого автономного округа // Биоразнообразие наземных и водных экосистем охраняемых территорий Малоземельской тундры и прилегающих районов. Тр. Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар, 2005. № 178. С. 62–76.

Манаков К. Н., Никонов В. В. Закономерности биологического круговорота минеральных элементов и почвообразование в биогеоценозах трех горно-растительных поясов // Почвообразование в биогеоценозах Хибинских гор. Апатиты: АН СССР, 1979. 120 с.

Мартыненко А. Б., Омелько М. М., Остапенко К. А. Особенности высотной поясности фауны некоторых групп насекомых и паукообразных в условиях бореально-температного экотона на российском Дальнем Востоке // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112, вып. 3. С. 38–42.

Медведев А. А. Эколого-фаунистическая характеристика щелкунов (Coleoptera, Elateridae) Европейского Северо-Востока России // Фауна и экология беспозвоночных животных Европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 2001. С. 4–15.

Новиков Г. А. Условия обитания животных в горных районах Кольского полуострова // Животный мир СССР. 1958. Вып. 5. С. 515–575.

Разнообразие насекомых Вологодской области. Вологда: Коперник, 2008. 368 с.

Россолимо Т. Е. Высотное распределение и термопреферендум жужелиц в Хибинах // Зоол. журн. 1989. Т. 68, № 4. С. 58–65.

Россолимо Т. Е. Сравнительный анализ параметров холодостойкости некоторых жесткокрылых (*Coleoptera*) гипоарктических районов // Зоол. журн. 1994. Т. 73, № 7–8. С. 101–113.

Середюк С. Д., Зенкова И. В., Валькова С. А. Роль природной зональности в модификациях таежных комплексов жуков-щелкунов сем. *Elateridae* // Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы: тез. докл. междунар. науч. конф. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2007. С. 146–147.

Стриганова Б. Р. Почвенная фауна северного побережья Кольского полуострова // Экология почвенных беспозвоночных. М.: Наука, 1973. С. 75–83.

Стриганова Б. Р., Порядина Н. М. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. М.: КМК, 2005. 234 с.

Тихомирова А. Л. Морфоэкологические особенности и филогенез стафилинид (с каталогом фауны СССР). М.: Наука, 1973. 190 с.

Филиппов Б. Ю. Сезонные аспекты жизненных циклов жужелиц *Calathus melanocephalus* и *C. micropterus* (*Coleoptera, Carabidae*) в северной тайге // Зоол. журн. 2006. Т. 85, № 10. С. 1196–1204.

Филиппов Б. Ю. Жизненные циклы некоторых видов жужелиц в южной тундре // Russian Entomol. J. 2007. Vol. 16, N 4. С. 425–438.

Филиппов Б. Ю. Пути адаптации и экологические закономерности освоения жужелицами (*Coleoptera, Carabidae*) севера Русской равнины: автореф. дис. … докт. биол. наук. М., 2008. 42 с.

Фридолин В. Ю. Значение элементов рельефа как оазисов-убежищ реликтовой фауны в бассейне Финского залива, Хибинских горах и центральной Карелии // Тр. I Всесоюзн. геогр. съезда. Л., 1934. Вып. 3. С. 294–307.

Фридолин В. Ю. Животно-растительное сообщество горной страны Хибин. М.; Л.: АН СССР, 1936. 293 с.

Чернов Ю. И. Жизнь тундры. М.: Мысль, 1980. 236 с.

Чернов Ю. И. Экология и биогеография. Избр. работы. М.: КМК, 2008. 580 с.

Чернов Ю. И., Макаров К. В., Еремин П. К. Семейство жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в арктической фауне. Сообщ. 1 // Зоол. журн. 2000. Т. 79, № 12. С. 1409–1420.

Чернов Ю. И., Макаров К. В., Еремин П. К. Семейство жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в арктической фауне. Сообщ. 2 // Зоол. журн. 2001. Т. 80, № 3. С. 285–293.

Шарова И. Х. Жизненные формы жужелиц. М.: Наука, 1981. 360 с.

Эколого-экономическое обоснование национального парка «Хибины». Апатиты: КНЦ РАН, 1999. В 3-х т. Т. 2. С. 119–131.

Krogerus H. Okologische Untersuchungen uber Uferinsecten // Acta zool. fenn. 1948. Vol. 53. P. 102–112.

Kryzhanovskij O. L., Belousov I. A., Kabak I. I. et al. A Check-list of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (*Insecta, Coleoptera, Carabidae*). Sofia; Moscow: Pensoft Publishers, 1995. 271 p.

Lindroth C. H. The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark // Fauna entomologica Scandinavica. 1986. Vol. 15. Part 2. P. 206–496.

Lindroth C. H. Ground Beetles (*Carabidae*) of Fennoscandia. A zoogeographic Study. Part I. Speciphic Knowledge Regarding the Species. Washington: Amerind Publishing Co Pvt. Ltd., 1992. 630 p.

Lohse G. A., Klimaszewski J., Smetana A. Revision of arctic Aleocharinae of North America (*Coleoptera, Staphylinidae*) // Coleopterist Bull. 1990. Vol. 44 (2). P. 121–202.

Poppius B. Die Coleopteren-Fauna der Halbinsel Kanin // Acta Soc. Faun. Flora Fenn. 1909. Bd. 31, N 8. S. 1–55.

Poppius B. Die Coleopteren des arctischen Gebiets // Fauna Arctica. 1910. Vol. 1. S. 291–447.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зенкова Ирина Викторовна
старший научный сотрудник, к.б.н, доцент
Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
ул. Академгородок, 14, Апатиты, Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: zenkova@inep.ksc.ru
тел.: (81555)79706

Zenkova, Irina
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
14 Akademgorodok St., 184209 Apatity, Murmansk Region, Russia
e-mail: zenkova@inep.ksc.ru
tel.: (81555)79706

Пожарская Виктория Викторовна
аспирант
Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
ул. Академгородок, 14, Апатиты, Мурманская область, Россия, 184209
эл. почта: vika_pozharskaja@mail.ru
тел.: (81555)79706

Филиппов Борис Юрьевич
зав. кафедрой, д.б.н.
Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова
пр. Ломоносова, 4, Архангельск, Россия, 163060
эл. почта: fby@yandex.ru
тел.: (8182)683786

Колесникова Алла Анатольевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 167982
эл. почта: kolesnikova@ib.komisc.ru
тел.: (8212)431969

Середюк Светлана Дмитриевна
научный сотрудник, к.б.н.
Институт экологии растений и животных УрО РАН
ул. 8 Марта, 202, Екатеринбург, Россия, 620144
эл. почта: ecom@ipae.uran.ru
тел.: (343)2103858

Pozharskaya, Victoria
Institute for Problems of the Industrial Ecology of the North, Kola Research Centre, Russian Academy of Science
14 Akademgorodok St., 184209 Apatity, Murmansk Region, Russia
e-mail: vika_pozharskaja@mail.ru
tel.: (81555)79706

Filippov, Boris
Pomor State University
4 Lomonosov St., 163060 Arkhangelsk, Russia,
e-mail: fby@yandex.ru
tel.: (8182)683786

Kolesnikova, Alla
Institute of Biology, Komi Research Centre, Russian Academy of Science
28 Kommunisticheskaya St., 167982 Syktyvkar, Komi Republic, Russia
e-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru
tel.: 8(8212)431969

Seredyuk, Svetlana
Institute for Plant and Animal Ecology, Russian Academy of Science
202 8 Marta St., 620144 Ekaterinburg, Russia
e-mail: ecom@ipae.uran.ru
tel.: (343)2103858

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 119–126

*УДК 630*907.32 (470.22)*

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-КАРЕЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А.Н.Громцев, Н.В.Петров, А.В.Туюнен, В.А. Карпин

Институт леса Карельского научного центра РАН

Описаны строение и динамика лесов центральной части Западно-Карельской возвышенности. Эта территория с сопредельными действующими и планируемыми ООПТ представляет собой ключевую часть Зеленого пояса Фенноскандии. В районе сохранился крупный массив тайги, со всех сторон окруженный лесами на разных стадиях антропогенных сукцессий. Акцент сделан на сравнении лесного покрова в естественном состоянии и в процессе трансформации после рубки (по принципу «что было и что стало»). В итоге даны рекомендации о целесообразности создания здесь лесных природоохранных объектов с учетом формирующейся системы ООПТ как Зеленого пояса Фенноскандии, так и Карелии в целом. Обосновывается использование объекта в качестве полигона для ландшафтно-экологического планирования многоцелевого лесопользования.

Ключевые слова: Зеленый пояс Фенноскандии, ландшафты, леса, спонтанная и антропогенная динамика, сукцессии, пожары, ООПТ.

A. N. Gromtsev, N. V. Petrov, A. V. Tuyunen, V. A. Karpin. STRUCTURE AND DYNAMICS OF PRIMARY AND SECONDARY FORESTS IN THE CENTRAL PART OF THE WEST-KARELIAN UPLAND

The structure and dynamics of forests in the central part of the West-Karelian upland are described. This area, together with adjacent operating and planned PAs, is the core of the Green Belt of Fennoscandia. A large taiga continent has survived there, surrounded on all sides by forests at various stages of anthropogenic succession. The focus is on the comparison of the natural-state forest cover and that in the process of post-logging transformation (following the «what it was vs. what it is» principle). In conclusion, recommendations are given on establishment of forest reserves in the area with regard to the developing PA system of the Green Belt of Fennoscandia and Karelia in general. Arguments are given for utilization of the area as a polygon for ecological landscape planning of multipurpose forest use.

Key words: Green Belt of Fennoscandia, landscapes, forests, spontaneous and anthropogenic dynamics, successions, fires, PAs.

Введение

На протяжении многих лет Институт леса КарНЦ РАН проводит исследования лесов в заповеднике «Дружба» и на сопредельных территориях в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России». В 2009 г. объектом изучения стали природные комплексы Зеленого пояса Фенноскандии (далее – ЗПФ) в центральной части Западно-Карельской возвышенности (ЗКВ). Обследуемая территория (далее – ОТ) была намечена в полосе шириной приблизи-

тельно до 50 км вдоль российско-финляндской границы в пределах самого типичного фенноскандинавского ландшафта в северотаежной подзоне (см. ст. А. Н. Громцева и др. в данном номере). Обследование и оценку лесов этой части ЗПФ до настоящего времени не проводили. Между тем на западе таежной зоны России это последний крупный массив с ярко выраженным доминированием коренных сосняков вне действующих и планируемых ООПТ (с подготовленными научными обоснованиями). Более того, в этом районе на обширных площадях сформировались производные леса самого разного возраста. Они появлялись после широкомасштабных рубок, практикующихся здесь с середины XX в. Это практически идеальная модельная территория, где можно выявлять экологические последствия антропогенной трансформации таежных экосистем.

Методы и материалы

Научно-методологический подход к исследованиям лесов на ландшафтной основе и их методика подробно изложены в наших публикациях [Волков и др., 1995; Громцев, 2000, 2008 и др.]. Основные методы – маршрутное обследование территории и ландшафтно-экологическое профилирование с описаниями растительности по типам леса. Работы проводились в денудационно-тектоническом холмисто-грядовом с комплексами ледниковых образований среднезаболоченном ландшафте с преобладанием сосновых местообитаний (далее – ландшафт). Всего в нем только в северотаежной подзоне заложено 8 профилей общей протяженностью 32 км, где сделано 300 описаний, в том числе на ОТ соответственно 3; 9,5 и 66. Профили заложены в массивах коренных и производных лесов, сформировавшихся в среднем около 20 и 50 лет после рубки.

Результаты и обсуждение

Леса покрывают около $^{2}/_{3}$ площади ОТ. По данным лесоустройства, в пределах Кимасозерского лесничества бывшего Муезерского лесхоза (88 тыс. га), контур которого в основном совпадает с массивом коренных лесов, лесные земли занимают 62%, болота – 29% и воды – 9% общей площади. В лесном покрове преобладают сосняки (88%). Остальную часть представляют ельники (площадь лиственных древостоев ничтожна – менее 100 га). Сосняки и ельники в возрасте >100 лет занимают >80 % покрытой лесом площади и представлены почти исключительно коренными сообществами, часть из которых подвергалась выборочным рубкам небольшой интенсивности в прошлом.

Особенности коренных лесов. Подробное описание их строения и динамики в условиях исследуемого типа географического ландшафта на примере национального парка (НП) «Калевальский» и государственного природного заповедника (ГПЗ) «Костомукшский» приведено в серии наших публикаций [Громцев, 2009; Национальный парк «Калевальский».., 2001 и др.]. В полной мере его можно распространить и на ЗКВ. Дополним, конкретизируем и обобщим эти данные для условий ОТ.

Спектр, количественное соотношение и территориальная компоновка типов леса самые обычные для северотаежной подзоны Карелии (табл., рис.1). В целом доминируют сосняки (>80% покрытой лесом площади). Сосняки черничные свежие и влажные составляют 60 и 10 % покрытой лесом площади. Содоминирующими являются сосняки брусничные и ельники черничные свежие (по 10 %). Остальная часть покрытой лесом площади представлена различными типами заболоченных лесов (в совокупности до 10 %). Необходимо заметить, что их доля занижена, поскольку профили прокладывались по центральным, наиболее дренированным частям ЗКВ. В среднем в данном типе ландшафта с учетом крупных депрессий кристаллического фундамента заболоченные леса занимают около 30 % покрытой лесом площади.

Топо-экологический ряд лесных сообществ выглядит следующим образом. На вершинах холмов и гряд очень редко встречаются небольшие участки сосняков скальных (на примитивных почвах). Обычно эти части мезоформ рельефа занимают сосняки брусничные скальные (при залегании кристаллического фундамента до 1 м) или брусничные (на полнопрофильных песчано-супесчаных подзолах). По склону они сменяются черничным свежим типом на супесчаных подзолах. Далее они переходят в сосняки кустарничково-, а затем – осоково-сфагновые на различных торфяных почвах, которые окаймляют открытые болота или их системы. Ельники тяготеют к различным элементам гидросети (участкам вдоль водотоков, ложбинам с проточным увлажнением, сточным котловинам и др.).

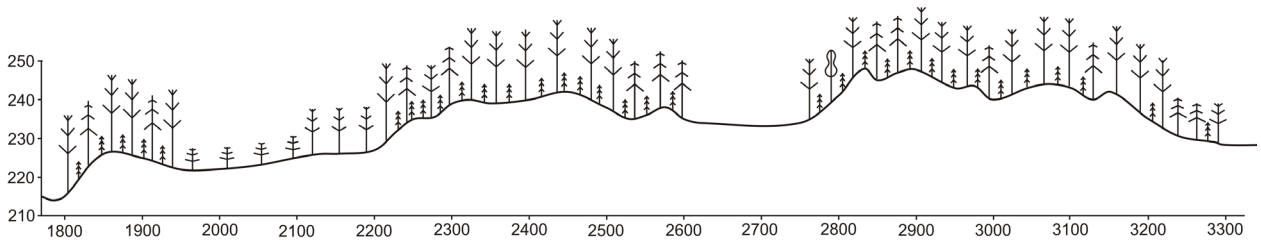
В целом эта комбинация широко варьирует в зависимости от конфигурации холмов и гряд, их величины, присутствия разных по площади понижений и др. Эти вариации определяются структурой ландшафта на уровне местности (см. ст. А. Н. Громцева и др. в данном номере).

Возраст ¾ сосняков зеленомошных и заболоченных варьирует в пределах 140–240 лет. Его максимум для отдельных сосен превышает 300 лет, однако точное определение практически невозможно из-за сердцевинных гнилей наиболее старых деревьев. Ельники зеленомошные зафиксированы в возрасте 200–300 лет, и ель редко переживает указанные пределы. Леса отличаются сравнительно низкой производительностью на минеральных землях, включая черничный влажный тип местообитания – в пределах IV–V, а в заболоченных место-

Типологическая структура и производительность лесов по данным ландшафтных профилей (доля типа леса в % от покрытой лесом площади, в скобках средний бонитет)

Тип леса	Коренные леса	Производные леса в среднем возрасте, лет	
		15	50
С. воронично-лишайниковый	0*	11 (II)	–***
С. брусничный скальный	+**	3 (III,5)	–
С. брусничный	5 (V)	12 (II)	49 (III,5)
С. черничный свежий	60 (IV)	6 (III)	19 (III)
С. черничный влажный	10 (IV,5)	–	15 (IV)
С. чернично-сфагновый	3 ($V^а$)	–	4 (V)
С. кустарничково-сфагновый	+	7 ($V^а$)	–
С. осоково-сфагновый	5 ($V^б$)	16 ($V^б$)	–
Всего сосняков	83 (IV,2)	55 (III,4)	87 (III,5)
Е. вересково-лишайниковый	0*	6 ($V^а$)	–
Е. черничный свежий	10 (IV)	–	8 (III)
Е. черничный влажный	5 (IV,5)	–	–
Е. лог (приручейный)	+	–	3 (V)
Е. кустарничково-сфагновый	2 ($V^а$)	–	–
Е. осоково-сфагновый	+	–	2 ($V^а$)
Всего ельников	17 (IV,3)	6 ($V^а$)	13 (III,7)
Б. вересково-лишайниковый	0*	10 (III)	–
Б. воронично-лишайниковый	0*	20 (II)	–
Б. черничный свежий	0*	5 (II)	–
Б. чернично-сфагновый	0*	4 (IV)	–
Всего березняков	0*	39 (II,5)	–
Итого	100 (IV,2)	100 (III,1)	100 (III,5)

* Производный тип, в массивах коренных лесов отсутствует.
** Зафиксированы на профилях в ГПЗ «Костомукшский» [Громцев, 2009 и др.].
*** На профиле не зафиксированы.



1	Река	Подзол супесчаный	Торфянистый подзол иллюв.-гумусовый	Торфяная	Торфянистая	Подзол супесчаный	Подзол иллюв.-железистый супесчаный	Торфянисто-глеевая	Торфяная	Подзол иллюв.-железистый супесчаный	Подзол иллюв.-железистый супесчаный	Торфяная	Торфяная
2		С. чернич.	С. чернич. влажный	С. осоково-сфагновый	С. чернич.-сфагновый	С. чернич.	С. брусничный	Е. чернич. влажный	Болото осоково-сфагновое	С. брусничный	С. брусничный	Е. куст.-сфагн.	Болото осоково-сфагновое
3		180	200	200	180	180	200	230		210	230	270	
4		189	148	13	70	190	180	100		130	165	36	
5		IV	IV	Vб	Va	IV	V	V		V	V	Va	
6		0,6	0,45	0,2	0,4	0,6	0,65	0,45		0,55	0,6	0,3	

Рис. 1. Фрагмент ландшафтного профиля в массиве коренных лесов. На профиле по вертикали указана высота в метрах н.у.м.; по горизонтали – проложение, м

Слева (сверху вниз): 1 – почва, 2 – тип леса, 3 – средний возраст, 4 – запас, кбм /га, 5 – класс бонитета, 6 – полнота

обитаниях – V–Va класса бонитета (см.табл.). Средний запас соответственно 160 и 55 куб. м/га, а средняя полнота 0,45–0,65 и 0,3–0,4. Значительная часть ельников практически находится на стадии распада первого поколения в связи с достижением предельного возраста (более 300 лет) и формирования выраженной разновозрастной структуры. Под пологом сосняков черничных свежих обычен подрост ели – на более чем 70% площади в количестве от 0,8 до 1,6 тыс.экз./га и почти не возобновляется сосна. При отсутствии пожаров, по мере распада соснового поколения происходит его постепенная смена елью.

Лесные сообщества отличаются ярко выраженным естественным пирогенным происхождением (загорания возникали от молний). Об этом свидетельствуют повсеместное присутствие углей под подстилкой и пожарные шрамы на наиболее старых деревьях. В ландшафте в лишайниковых и сухих брусничных местообитаниях (большей частью в водно-ледниковых местностях) пожары, преимущественно беглые низовые, случались 1–2 раза в столетие. Они лишь частично повреждали сосновые древостои, не разрушая их полностью. При более сильном огневом воздействии часть лесов выгорала и на участках открытых гарей формировались одновозрастные сосняки. По данным стратиграфических анализов торфяных залежей, тотальные пожары, захватывающие почти все минеральные земли и даже значительную часть заболоченных, происходили 2–4 раза в тысячелетие. При этом большая часть лесного покрова уничтожалась огнем, а остальная в той или иной степени повреждалась. Далее шло успешное естественное восстановление господствующих в ландшафте сосняков с различными вариациями структуры в зависимости от частоты, мест дислокации и давности пожаров, а также степени огневого разрушения древостоя.

Впрочем, в последние столетия частота пирогенного воздействия на леса существенно увеличилась в связи с хозяйственным освоением территории и межпожарный интервал уменьшился. В то время широко практиковались выборочные рубки, тяготеющие к гидрографической сети как пути транспорта (сплава) древесины. Очевидно, что из-за лесозаготовителей возникали локальные пожары, которые усложняли возрастную структуру лесных массивов. Другими словами, на отдельных участках могут быть представлены древостои разного возраста, в то время как в условиях естественного пожарного режима ситуация была более «упорядоченной» в пределах всего ландшафта. Так или иначе, к настоящему времени в зеленомошной группе типов местообитаний, занимающей не менее 75% покрытой лесом площади, можно обнаружить их несколько основных вариантов (в скобках примеры, которые зафиксированы на профиле):

- абсолютно одновозрастные, возникшие на открытых гарях с полностью сгоревшей древесной растительностью ($10С_{200\ лет}$);
- относительно разновозрастные с доминированием выжившей сосны и участием сосны, появившейся после пожара ($7С_{>300}\,3С_{180}$);
- относительно разновозрастные с примерно равным соотношением сосны, выжившей и появившейся после пожара ($5С_{260\text{-}290}\,5С_{180\text{-}200}$);
- абсолютно разновозрастные – с приблизительно равным соотношением нескольких элементов древостоя разного возраста (каждое последующее поколение появлялось на выгоревших прогалинах среди нескольких сохранившихся после пожара предшествующих гаревых генераций (на профиле не зафиксированы).

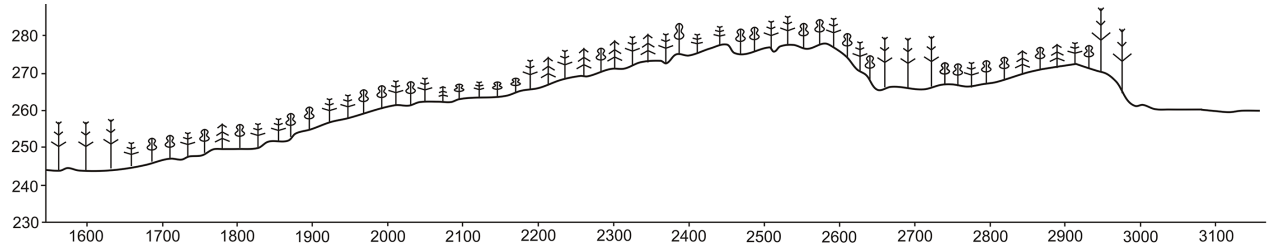
В представленных вариантах отражены только однородные по составу сосновые сообщества. На самом деле в большинстве из них в тех или иных пропорциях в первом ярусе представлена ель. Ее участие колеблется от < 5% (например, $7С_{300}3С_{180}\ +Е_{140}$) до почти половины запаса ($6\ С_{300}2Е_{260}2Е_{200}$). Здесь следует заметить, что ель практически не переживает даже беглых низовых пожаров, при которых она погибает или получает значительные повреждения, а затем быстро усыхает. Причины этого хорошо известны – поверхностная корневая система, низкоопущенная крона и тонкая кора. Сосна отличается противоположными качествами и поэтому очень устойчива к огневому воздействию. Таким образом, за крайне редким исключением, самые старые ели никогда не имеют возраст более чем давность последнего пожара на конкретном участке. Далее, в отличие от сосны, возраст которой четко связан с давностью пожара, возобновление ели и постепенное внедрение в первый ярус (как теневыносливой породы) в той или иной мере происходит постоянно. В таких сообществах можно обнаружить практически любую ель (от всходов до предельно старых деревьев). Зафиксированы как чистые гаревые еловые (например, $6Е_{270}3Е_{200}\ 1С_{250}$ +Б), так и смешанные сосново-еловые древостои ($5Е_{>300}5С_{200}$ ед.$Е_{200}$).

Итак, следует еще раз подчеркнуть, что на ОТ представлены самые типичные северотаежные коренные фенноскандинавские леса. В настоящее время значительная часть из них находится в пределах действующих и планируе-

мых ООПТ в ЗПФ (см. ст. А. Н. Громцева и др. в данном номере). В них покрытая лесом площадь достигает почти 100 тыс. га. С природоохранной точки зрения это самый «защищенный» на западных рубежах России тип лесного массива. В то же время в регионе на других ООПТ, которые пока только планируются или находятся на стадии согласования, представлены иные, не менее ценные леса. В этой связи создание на ОТ крупного по площади природоохранного объекта представляется малообоснованным. Здесь целесообразно выделение для охраны системы сравнительно небольших участков в ранге памятников природы (с коренными сообществами в максимальном возрасте, скальными как наиболее уязвимыми к антропогенным воздействиям, с наиболее высоким разнообразием флоры или присутствием комплекса видов, занесенных в Красные книги, и т.п.).

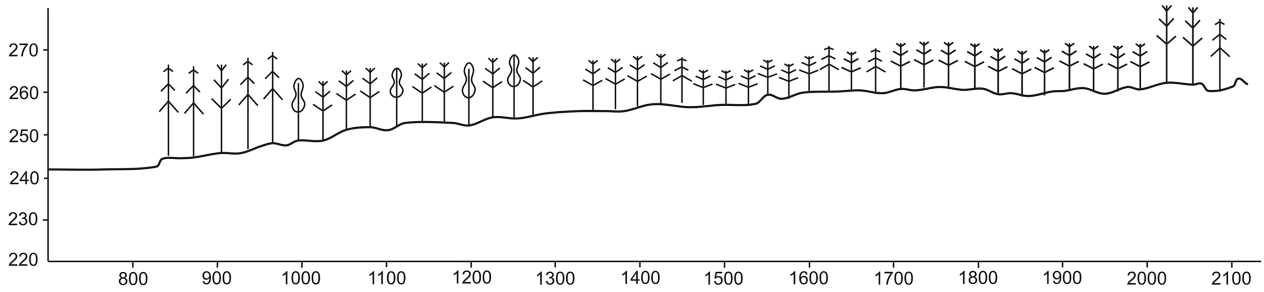
Особенности производных лесов. Широкомасштабные сплошные рубки леса в районе ОТ начались со второй половины XX в. по мере продвижения общего «фронта» лесозаготовок в Карелии с юга на север. До этого, как уже отмечалось, практиковались почти исключительно выборочные рубки. Так, в начале прошлого века площадь лесов, «подчиненных выборочному хозяйству», в этом районе (Повенецкий уезд) достигала 100 % (архивные данные). Здесь следует заметить, что на ОТ аграрного и гидролесомелиративного освоения вообще не было. Рубки были единственным фактором воздействия на таежные леса, исключая пожары антропогенного происхождения. На ОТ широко распространены так называемые паловые вырубки. Они полностью или частично были охвачены огнем при контролируемых выжиганиях (очистка лесосек) или случайных пожарах. Вообще сплошные механизированные рубки в Карелии начались только с 30-х гг. XX в. Таким образом, на ОТ нет производных лесов в возрасте более 60 лет на сколько-нибудь значительных площадях. В этой связи были выбраны два профиля в массивах производных лесов (рис. 2, 3): 1) на стадии смыкания молодняков (15–25 лет), когда наиболее ярко проявляется меж- и внутривидовая конкуренция между светолюбивыми лесообразующими породами; 2) в средневозрастных древостоях (45–55 лет), когда эта конкуренция близится к завершению и можно уверенно прогнозировать их динамику на многие десятки лет вперед (с учетом возобновления ели под пологом). Конечно, идеальной была бы ситуация при таком же исследовании в массивах производных лесов 100–120 и более лет (возраст рубки), однако подобных объектов на ОТ и обширных прилегающих пространствах нет.

Типологическая структура лесных местообитаний на профилях с коренными и производными лесами очень сходна. Так, доля зеленомошных типов на всех профилях составляет около 85 %. Впрочем, название некоторых производных типов дано по современному составу живого напочвенного покрова, например, «сосняк



1	Торфянистая	Подзол супесчаный	Подзол супесчаный	Подзол супесчаный	Подзол супесчаный	Подзол супесч. неполнопроф.	Подзол супесчаный иллюв.-желез.	Торфянистая	Подзол супесчаный неполнопрофильный	Подзол супесч.	Торфяная
2	С. осоково-сфагновый	Б. воронич.-лишайниковый (С. брусничный)	Б. воронич.-лишайниковый (С. брусничный)	Б. чернич.-сфагновый (С. чернич. влаж.)	С. брусничный	С. бруснич. скальный	Б. чернич. (С. чернич.)	С. кустарн.-сфагновый	Б. воронично-лишайниковый (С. бруснич.скальный)	С. бруснич. ск.	Болото осоково-сфагновое
3	270-300	15	15	15	17-25	15-20	15-25	350	15	400	
4	76	37	28	14	48	15	58	86	58	140	
5	Va	II	II	III	II	IV	II	Va	II	V	
6	0,4	0,7	0,6	0,5	0,7	0,3	1,1	0,45	1,0	0,4	

Рис. 2. Фрагмент ландшафтного профиля в массиве производных лесов в возрасте 15–25 лет. Для производных лиственных типов в скобках указан коренной. Древостои большего возраста – «недорубы» (участки заболоченных сосняков с частично сохраненным подростом и (или) II ярусом ели и др.). Пояснения также см. на рис. 1



1	Торфяная	Вырубка	Подзолистая супесчаная	Подзол песчаный	Подзол песчаный	Торфяная	Подзол песчаный	Торфянистая	Подзол песчаный	Подзол супесчаный	Подзол песчаный	Подзол супесчаный
2	Болото осоково-сфагновое		Е. чернич.	С. брусничный	С. чернич.	Болото осоково-сфагновое	С. бруснич.	Е. осок.-сфаг.	С. брусничный	Е. бруснич.	С. брусничный	С. чернич. влажный
3			210	45	60		40	320	40	60-130	50	>350
4			210	139	130		104	27	60	68	141	182
5			III	III	III		III	Va	IV	V	IV	IV
6			0,7	0,7	0,6		0,6	0,2	0,6	0,5	0,9	0,5

Рис. 3. Фрагмент ландшафтного профиля в массиве производных лесов в возрасте 40–60 лет. Древостои большего возраста – «недорубы» (участки заболоченных сосняков с частично сохраненным подростом и (или) II ярусом ели и др.). Пояснения также см. на рис. 1

воронично-лишайниковый» в возрасте 15 лет (при проективном покрытии вороники до 60 % и лишайников до 25 %). Он появился на месте вырубленного коренного сосняка брусничного (на профилях коренной тип леса указан в скобках). Таким образом, название намеренно отражает лишь кратковременную стадию развития живого напочвенного покрова вследствие резкого возрастания освещенности и «гаревых» условий субстрата. Вместе с тем после увеличения сомкнутости древесного полога и формирования лесной подстилки типичный для сосняка брусничного облик восстановится.

Обращает на себя внимание более высокая производительность некоторых производных сосняков – нередко в два и более раза (см. табл. и рис. 2). Подобное явление хорошо известно и связано с очень энергичным ростом молодняков. Их класс бонитета, определяемый по соотношению средней высоты и возраста, формально высокий и не отражает лесорастительные качества местообитания. Они наиболее четко идентифицируются высотой древостоя в возрасте количественной спелости – в северотаежной подзоне от 100 до 140 лет в зависимости от плодородия почвы. Обратная ситуация характерна для «производных» ельников, которые представляют собой участки с оставленными после рубки сильно угнетенным высоковозрастным подростом и вторым ярусом ели (см. табл. и рис. 3). Так или иначе, спустя 15–20 лет после рубки на ОТ можно выделить несколько основных категорий лесных участков (в скобках примеры, которые зафиксированы на профиле):

- абсолютно одновозрастные молодняки с доминированием сосны ($6С_{15}4Б_{15}$);
- абсолютно одновозрастные молодняки с доминированием березы ($6Б_{15\text{-}25}4С_{15}$);
- разновозрастные сосново-, елово- березовые молодняки с разным соотношением этих пород в составе ($6Б_{15}2С_{15}2Е_{30\text{-}90}$), где ель из подроста и (или) II яруса, оставленного при рубке;
- разновозрастные сосновые «недорубы» ($5С_{350}3С_{190\text{-}250}1С_{100}1Е_{150\text{-}250}$);
- разновозрастные еловые «недорубы» ($8Е_{60\text{-}130}1Б_{15}1Ос_{15}$), где ель из подроста и (или) II яруса, оставленного при рубке.

Разумеется, между ними можно обнаружить самый широкий спектр вариаций. Во-первых, он обусловлен лесорастительными качествами типов местообитаний. Общая закономерность сводится к тому, что чем благоприятнее условия, тем большее участие в составе принимает береза и даже появляется осина. Во-вторых, очень важное значение имеют тип вырубки и урожайность семян хвойных пород в последующие годы. На их паловых вариантах с очень благоприятными условиями для про-

растания семян, при наличии последующих за рубкой урожайных годов, обычно массово возобновляется сосна. На задерненных непаловых вырубках в последующие «малосеменные» годы возобновительный процесс может затягиваться.

Впрочем, на подавляющей части территории в этом ландшафте идет успешное естественное восстановление сосновых лесов в любом типе местообитания, за исключением черничного, где на начальных стадиях антропогенных сукцессий возможна конкуренция между сосной и березой. В этом случае, как уже отмечалось, формируются смешанные сосново-березовые фитоценотические группировки, даже с преобладанием березы (максимум до 6–7 единиц в составе). В основном это обусловлено энергичным ростом порослевой березы. Вместе с тем на песчано-супесчаных подзолах и различных оторфованных и торфяных почвах в условиях северотаежной подзоны эта порода не в состоянии конкурировать с сосной и к 45–55 годам успешно вытесняется из состава древостоя (см. табл., рис. 3). Происходит формирование монодоминантных сосновых массивов, в которых лиственные породы не превышают 1–3 единиц. В последующем доля березы будет снижаться еще более, в первую очередь в связи с достижением предельного возраста (порядка 100 лет). Присутствие ели в верхнем ярусе определяется степенью сохранения при рубке ее подроста и (или) второго яруса, а также интенсивностью последующего возобновительного процесса.

В итоге массивы производных сосняков, возникшие на паловых вырубках, по внешним признакам существенно не отличаются от массивов одновозрастных сосняков, сформировавшихся на сплошных гарях естественного происхождения. Они очень сходны даже по присутствию фрагментов коренных разновозрастных лесов в заболоченных местообитаниях (сосняки кустарничково- и осоково-сфагновые), а также отдельных биогрупп деревьев на суходолах. Эти древостои до рубок сохранялись после естественных пожаров вследствие малой горимости или частичной выживаемости деревьев после термических ожогов. При рубках они были оставлены из-за низких запасов и товарной ценности древесины. Весьма сходна и структура типов леса в этих массивах (по участию сосны, продуктивности, возрасту, составу живого напочвенного покрова и др.), определяющая разнообразие экологических ниш для различных групп организмов. Исключением является лишь несравненно больший объем обугленного сухостоя и валежа на начальных стадиях пирогенных сукцессий на месте коренных сосняков. Однако по мере его разложения пирогенные производные и коренные массивы по структурно-динамическим параметрам все более сближаются. Их спонтанная динамика не имеет значимых различий и будет определяться частотой и интенсивностью пожаров.

Заключение

На ОТ представлены массивы самых типичных северотаежных фенноскандинавских лесов, находящихся как в естественном состоянии, так и на различных стадиях сукцессий после рубок. При сравнительной оценке это идеальный и «вечный» полигон для выявления последствий антропогенной трансформации таежных экосистем, в том числе во флористическом и фаунистическом отношениях. В этой связи для мониторинга различных компонентов ландшафта целесообразна закладка постоянных точек наблюдения, трансект, участков и т.п. с их базовой комплексной характеристикой. Они должны иметь четкую географическую привязку и легко опознаваться на местности. В настоящее время такую роль уже выполняют опытные объекты, существующие в пределах действующих ООПТ. В частности, это три ландшафтных профиля в ГПЗ «Костомукшский». Подобное необходимо создавать и на сопредельных территориях, трансформирующихся в результате хозяйственной деятельности. Это позволяет выстраивать временные ряды наблюдений и с высокой степенью достоверности прогнозировать изменение ситуации. В научно-методическом плане такие исследования на ОТ являются практически безупречными, поскольку осуществляются: 1) в идентичных физико-географических (ландшафтных) условиях; 2) путем сравнения массивов исходных (коренных) и производных лесов по принципу «что было и что стало»; 3) после однофакторного воздействия на коренные леса – только сплошные рубки (без интенсивных выборочных рубок в прошлом и при полном отсутствии мелиорации и подсечного земледелия). Такого рода исследования, по крайней мере в таежной зоне Европы, до настоящего времени не проводились. Полученные материалы позволяют обоснованно давать практические рекомендации для ландшафтно-экологического планирования многоцелевого лесопользования. Его цель – сбалансированное освоение всех видов ресурсов и минимизация негативных экологических последствий с учетом сохранения средообразующих и средозащитных функций лесного покрова, разнообразия биоты и рекреационных качеств ландшафта.

Исследования проводились при поддержке программ:

Президиума РАН «Биологическое разнообразие», проект «Методы идентификации лесов на разных стадиях вторичных сукцессий и закономерности антропогенной трансформации флоры и фауны в условиях различных типов географического ландшафта северо-запада таежной зоны России» (руководитель А.Н. Громцев);

ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» по проекту «Ландшафтные закономерности антропогенной трансформации ресурсного потенциала лесных сообществ в условиях северо-запада таежной зоны России» (руководитель А.Н. Громцев).

Литература

Волков А. Д. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Громцев А. Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 245 с.

Громцев А. Н. Леса заповедника «Костомукшский»: структура, динамика, ландшафтные особенности // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 71–78.

Национальный парк «Калевальский»: предложения к организации. Проект ТАСИС: Развитие особо охраняемых природных территорий в приграничной полосе Республики Карелия ENVRUS 9704 / Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2001. 78 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Громцев Андрей Николаевич
зав. лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем, д.с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: gromtsev@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Петров Николай Владимирович
младший научный сотрудник
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nvpetrov@krc.karelia.ru
тел.: (8142)768160

Туюнен Андрей Владимирович
младший научный сотрудник
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: tuyunen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Карпин Владимир Александрович
младший научный сотрудник
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: landscapeexplorer@gmail.com
тел.: (8142) 768160

Gromtsev, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: gromtsev@krc.karelia.ru
Tel.: (8142) 768160

Petrov, Nikolai
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nvpetrov@krc.karelia.ru
tel.: (8142)768160

Tuyunen, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: tuyunen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Karpin, Vladimir
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail:landscapeexplorer@gmail.com
tel.: (8142) 768160

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 127–132

УДК 591.9:598.2 (1–924.14/.16)

ЗНАЧЕНИЕ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ТАЕЖНОГО ОРНИТОКОМПЛЕКСА ЕВРОПЫ

Т. Ю. Хохлова, А. В. Артемьев

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Охарактеризовано состояние 15 видов птиц Карелии, отнесенных Международным союзом охраны птиц к числу наиболее уязвимых видов-индикаторов европейской тайги. В Северной Европе популяции этих видов сокращаются в связи с широкомасштабной вырубкой коренных лесов. Старовозрастные леса, сохранившиеся вдоль российско-финляндской границы, играют важную роль в поддержании фауны региона, выполняя роль естественных коридоров, соединяющих биомы Восточной Европы и Скандинавии. По предварительной оценке, ряд охраняемых природных территорий, расположенных в пределах Зеленого пояса Фенноскандии, по составу и численности этих видов отвечает критериям отнесения к числу ключевых орнитологических территорий международного значения.

Ключевые слова: охрана птиц, виды-индикаторы европейской тайги, Зеленый пояс Фенноскандии.

T. Yu. Khokhlova, A. V. Artemiev. THE IMPORTANCE OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA FOR THE CONSERVATION OF THE BIRD FAUNA OF THE NORTHERN TAIGA OF EUROPE

State of 15 species of birds which BirdLife International Karelia has classified as the most vulnerable indicator species of European taiga is described. Populations of these species are declining due to the massive logging of primary forests in Northern Europe. Old-growth forests surviving along the Russian-Finnish border play an important role in maintaining the fauna of the region, serving as natural corridors connecting biomes of Eastern Europe and Scandinavia. According to a preliminary assessment, a number of protected areas located within the Green Belt of Fennoscandia meet the criteria for internationally important bird areas in terms of the composition and abundance of these species.

Key words: bird conservation, indicator species of European taiga, Green Belt of Fennoscandia.

Введение

Вырубка коренных лесов и замещение их фрагментированными вторичными древостоями в XX в. привели к глобальной трансформации ландшафтов Северной Европы. Ее следствием стало сокращение численности аборигенных видов птиц, адаптированных к условиям Севера, и замещение их выходцами из южных широт, не приспособленными к жизни в регионах с коротким благоприятным периодом, что привело к возрастанию нестабильности местных орнитосообществ [Зимин, 1988; Горшков, Макарьева, 1998; Хохлова, Артемьев, 2007 и др.].

На территории Карелии довольно крупные массивы лесов, орнитофауна которых сохра-

няет типичный для региона таежный облик и относительно стабильна, остались в основном в Прибеломорье, заповеднике «Кивач», у границ республики с Архангельской областью и Финляндией. Сегодня данные участки играют важную роль в поддержании фауны региона, выполняя роль естественных коридоров, соединяющих биомы Восточной Европы в Фенноскандии. В этом плане особую ценность представляет Зеленый пояс Фенноскандии – полоса лесных угодий, протянувшаяся с севера на юг вдоль российско-финляндской границы и пересекающая все три зоогеографических подрайона Карелии [Ивантер, 2001]. В силу природных и исторических условий здесь еще сохраняются значительные по площади массивы старовозрастных лесов, не охваченных мелиорацией болот и чистых водоемов.

Из-за сокращения площадей коренных лесов страдают в первую очередь северотаежные птицы, распространение которых ограничено преимущественно одним биомом [Virkkala, 1991]**.** Международный союз охраны птиц отнес к числу наиболее уязвимых видов-индикаторов европейской тайги 15 таких видов [Ключевые.., 2000, с. 572]**,** а представительное присутствие данной группы на какой-либо территории признал основанием для придания ей статуса Ключевой орнитологической территории России [КОТР] международного значения (категория А-3). Все они – обитатели преимущественно хвойных лесов и водоемов бореальной и субарктической зон Палеарктики или Голарктики [Иванов, 1976; The EBCC Atlas.., 1997; Рябицев, 2001]. В их числе 6 видов неворобьиных птиц, охраняемых в Фенноскандии или ее отдельных регионах и занесенных в Красные книги Восточной Фенноскандии, сокращенно ККФ [Red Data Book.., 1998], Балтии – ККБ [Red Data Book.., 1993], Республики Карелия – ККК [Красная книга.., 2007], Ленинградской – ККЛ [Красная книга.., 2004] и Архангельской – ККА [Красная книга.., 2008] областей. Еще 9 видов – воробьиные птицы, вполне обычные для северотаежных лесов Евразии, включая Карелию.

Красношейная поганка *Podiceps auritus* (L.) [ККФ, ККА] – птица с циркумполярным распространением. Численность европейской популяции оценивают в 5–10 тыс. пар, до 90% птиц гнездится на территории Финляндии, Швеции и Норвегии [The EBCC Atlas .., 1997, p. 13]. Гнездование в Карелии не доказано, но отдельных особей встречали на ее водоемах от Приладожья до вершины Кандалакшского залива [Коханов, 1987; Бианки и др. 1993]. На возможность гнездования в южной половине республики указывают находки выводков на прилегающих территориях Финляндии и Ленинградской области [Putkonen, 1936; Носков и др., 1981; Мальчевский, Пукинский, 1983]. Относительно большое количество встреч в северном Приладожье и Заонежье [Кесслер, 1869; Марвин, 1947, 1951; Зимин, Ивантер, 1969; Зимин и др., 1993; Михалева, Бирина, 1997 и др.] позволяет предполагать, что северная граница гнездового ареала проходит в пределах среднекарельского зоогеографического подрайона Карелии между 62 и 63º с.ш.

Луток *Mergus albellus* (L.) [ККК, ККФ, ККБ, ККЛ] – обитатель таежных лесов Палеарктики. Водоплавающая птица-дуплогнездник, гнездится вблизи лесных водоемов, часто – в старых дуплах черного дятла *Dryocopus martius*. Европейская популяция [7–15 тыс. пар] почти целиком располагается в пределах России и Финляндии [The EBCC Atlas .., 1997, p. 123]. В небольшом количестве встречается на всей территории Карелии [Зимин и др., 1993]. Более обычен для ее северной части [Бианки и др., 1993; Сазонов, 1997]. Гнездование в южных районах не подтверждено находками гнезд или выводков. По наблюдениям в районе Паанаярви и в Заонежье, на протяжении XX в. численность сокращалась [Красовский, 1933; Зимин и др., 1993; Сазонов, 1997]. В среднекарельском зоогеографическом подрайоне в конце XX в. был очень редок [Захарова, Яковлева, 1988; Хохлова, 1998], но в последнем десятилетии численность вновь начала расти и в заповеднике «Кивач» стали регистрировать до 6 выводков за сезон [Яковлева, 2006].

Гаршнеп *Lymnocryptes minimus* (Brunn.) [ККФ, ККБ, ККЛ] – небольшой кулик, населяющий сырые травянистые или сфагновые болота лесной и лесотундровой зон Евразии от Скандинавии до Восточной Сибири. Отличается скрытным поведением, из-за чего его распространение и биология изучены крайне слабо. Основная часть европейской популяции находится в пределах северной Швеции, Финляндии и России [The EBCC Atlas.., 1997, p. 287]. На Урале встречается от тундры до южной тайги, но основные очаги обитания приурочены к северной подзоне лесов [Рябицев, 2001]. В Карелии редок. Сведения о размещении и гнездовой биологии почти отсутствуют, хотя токующих и мигрирующих птиц регистрируют во всех районах республики [Зимин и др., 1993; Сазонов, 1997; Михалева, Бирина, 1997]. Вместе с тем, безусловно, гнездится, судя по гнездовым находкам на прилегающих территориях Кольского п-ова, Ленинградской области и Финляндии [Белопольский и др., 1970; Мальчевский, Пукинский, 1983; Pulliainen, Liejukana,

1983; Семенов-Тян-Шанский, Гилязов, 1991; Бианки и др., 1993].

Большой улит *Tringa nebularia* (Gunn.) [ККБ] – обитатель лесной и лесотундровой зон Евразии от северной Великобритании до Камчатки. Основная часть европейской популяции связана с таежными лесами Швеции, Норвегии, Финляндии и России, хотя южная граница опускается до широт Латвии и Московской области [The EBCC Atlas.., 1997, p. 307]. В Карелии обычен на пролете и гнездовании. Численность возрастает с юга на север: у южных границ республики встречи выводков единичны [Зимин и др., 1993], а в Прибеломорье вид входит в группу наиболее многочисленных куликов [Бианки и др., 1993]. Более обычен в западных и восточных районах, чем в центральных. Средняя плотность гнездования в сухих сосняках заказника Толвоярви 0,2 пары/км^2, в коренных сосняках Костомукшского заповедника 0,5 пары/км^2, в разновозрастных сосняках Паанаярви 0,2 пары/км^2 [Сазонов, 1997].

Ястребиная сова *Surnia ulula* (L.) [ККБ и ККЛ] – обычный вид северотаежной зоны Голарктики. В европейской части ареала регулярно гнездится в северных районах Финляндии, Швеции, Норвегии и России, эпизодически – вплоть до Эстонии [The EBCC Atlas.., 1997, p. 405]. Гнездится и встречается зимой на всей территории Карелии, но к югу от 64° с. ш. спорадически и не ежегодно [Зимин и др., 1993; Бианки и др., 1993; Сазонов, 2004; Хохлова и др., 2005]. В северной тайге Карелии численность колеблется от 0,5 до 3–4 пар на 10 км^2 [Зимин и др., 1993]. Ее изменения, как и везде, зависят от состояния популяций мышевидных грызунов [Пукинский, 1977]. В Финляндии в 1980–1990 гг. ее подъемы отмечены в 1983, 1988–1989 гг., резкие падения – в 1984 и 1990 г. [Haapala et al., 1992]. В Костомукшском заповеднике пик пришелся на 1988 г. [Сазонов, 1997]. Широко кочует в осенне-зимний период. Сова, окольцованная птенцом в Швеции, найдена в Муезерском районе Карелии 25.11. 88.

Бородатая неясыть *Strix nebulosa* J.R.Forst. [KKK, KKA] – крупная сова с циркумполярным распространением. В европейской части ареала встречается в бореальных лесах от Скандинавии до Украины. Вид, довольно обычный в Финляндии, с оптимумом показателей между 63–67° с.ш. [Hilden, Helo, 1981]. Обитает на всей территории Карелии [Хохлова и др., 2005]. Держится круглогодично в спелых высокоствольных ельниках, смешанных и лиственных лесах на границах с болотами и другими открытыми местообитаниями [Мальчевский, Пукинский, 1983]. Гнездовая плотность на заповедных территориях севера Карелии колеблется по годам от 1 до 4 пар на 100 км^2; максимальные показатели отмечены в Костомукшском заповеднике в 1988, 1993 гг. [Зимин и др., 1993; Сазонов, 1997]. Зимняя и летняя численность коррелирует с обилием мышевидных грызунов – в соответствии с ней пики размножения птиц повторяются каждые 3–4 года [Hilden, Helo, 1981]. Перемещения вне гнездового сезона охватывают довольно большие территории. Две птицы, окольцованные птенцами в Швеции, найдены в Лоухском и Пряжинском районах Карелии [Хохлова и др., 2005].

Свиристель *Bombycilla garrulus* (L.) – типичный обитатель старовозрастных хвойных лесов севера Евразии и Америки. В Фенноскандии численность даже в основных местообитаниях обычно не превышает 0,5 пары/км^2; наиболее высокие показатели зарегистрированы в сосновых лесах Финской Лапландии – 1,3 пары/км^2 [Virkkala, 1987]. Обычный для Карелии зимующий вид, регулярно гнездящийся только в ее северных районах [Бианки, 1993]. Летняя численность в сосняках Калевальского НП доходит до 1,4 пары/км^2 [Сазонов, 2004], в Паанаярви в 1988 г. – 5 пар/км^2 [Сазонов, 1997], в Лоухском районе варьировала от 0,6 до 1,7 пары/км^2 [Ивантер, 1969]. В центральной Карелии гнездится не ежегодно и в небольшом числе; случаи гнездования в южных районах единичны [Зимин и др., 1993].

Таловка *Phylloscopus borealis* (Blas.) – обитатель хвойных и смешанных лесов, а также кустарниковой тундры бореальной и субарктической зон Евразии от Северной Фенноскандии до Аляски [Иванов, 1976]. В Карелии постоянно гнездится только у ее северной границы. На остальной территории довольно регулярно регистрируют перемещающихся поющих самцов, однако гнездовые находки единичны: в Прионежье – 2, юго-восточном Приладожье – 1 [Бианки и др., 1993; Зимин и др., 1993].

Гаичка сероголовая *Parus cinctus* Bodd. – обитатель бореальных хвойных лесов Евразии и Аляски. В связи с сокращением площадей старовозрастных еловых и сосновых лесов с 50-х гг. XX в. южная граница ареала в Фенноскандии сдвинулась на 100–200 км к северу [Virkkala, Liehu, 1990; The EBCC Atlas.., 1997, p. 637]. В Мурманской области иногда входит в число фоновых видов – 0,5–7 пар/км^2 [Семенов-Тян-Шанский, Гилязов, 1991]. В северной Карелии в хвойных лесах Паанаярви численность 1,5–2,5 пары/км^2 [Сазонов, 1997], в Прибеломорье – 1,1 пары/км^2, в сосняках Лоухского района – 0,6 пары/км^2 [Ивантер, 1969]. В центральных районах редка, в южных регистриру-

ют лишь отдельных особей в основном во время осенних кочевок [Зимин и др. 1993].

Юрок *Fringilla montifringilla* L. – вид, замещающий зяблика *F. coelebs* в высоких широтах. Населяет лесные насаждения разного типа в зоне хвойных лесов и частично лесотундры от Скандинавии до Камчатки [Иванов, 1976]. В наиболее продуктивных местообитаниях Северной Фенноскандии численность достигает 100–140 пар/км^2 [Hogstad, 1975]. Гнездится на всей территории Карелии. На севере республики – один из наиболее многочисленных видов во всех типах леса [Ивантер, 1969; Бианки и др., 1993]. Численность сокращается с севера на юг. В сосняках Паанаярви, Верхнего Куйто, Костомукши она может составлять 20–30 пар/км^2; у южных границ вид редок и гнездится не ежегодно [Зимин и др., 1993; Сазонов, 1997, 2004].

Белокрылый клест *Loxia leucoptera* Gm. – обитатель бореальных хвойных лесов Северного полушария. Инвазионный вид, основной пищей которому служат семена лиственницы, заменяемые в Фенноскандии семенами норвежской ели *Picea abies*. Численность подвержена большим колебаниям. В Карелии встречается и гнездится не ежегодно, но при хорошем урожае ели иногда появляется в довольно большом количестве в осенне-зимний период. Инвазии происходят примерно 1 раз в 7 лет [Larsen, Tombre, 1989]. Наиболее массовый налет и гнездование отмечены в Карелии и Финляндии в 1987 г. [Virkkala, 1989; Зимин и др., 1993].

Клест-сосновик *Loxia pityopsittacus* Borkh. – населяет преимущественно высокоствольные сухие сосняки Фенноскандии и Восточной Европы. В небольшом количестве регулярно гнездится в странах Балтии и эпизодически – в Великобритании. Численность падает [The EBCC Atlas.., 1997, p. 729]. В Карелии гнездится повсеместно, но более обычен в южных районах. Инвазионный вид с низкой плотностью населения, которая в оптимальных биотопах даже в годы налетов редко превышает 6 пар/км^2 [Зимин и др., 1993; Сазонов, 2004].

Щур *Pinicola enucleator* (L.) – обитатель северных лесов Голарктики. Европейская часть ареала охватывает север Норвегии, Швеции, Финляндии и России. Для Карелии – редкий вид, гнездящийся только в ее самых северных районах [Бианки и др., 1993; Зимин и др., 1993]. По учетам 1988–1991 гг. численность в старовозрастных еловых низкогорных лесах Паанаярви 0,2 пары/км^2 [Сазонов, 1997]. Для остальной территории республики – нерегулярный мигрант и эпизодически зимующий вид.

Овсянка-ремез *Emberiza rustica* Pall. населяет леса бореальной зоны от Скандинавии до Камчатки. Встречается на всей территории Карелии. В первой половине XX в. южная граница ареала в Фенноскандии смещалась к юго-западу, а численность росла [Мальчевский, Пукинский, 1983]. В 1970-е гг. в сырых смешанных лесах Приладожья она составляла 27 пар/км^2 [Рымкевич, 1979], в Заонежье по окраинам болот – 12–16 пар/км^2 [Хохлова, 1977]. К концу века популяция резко сократилась, и в настоящее время на тех же площадях встречи единичны. На постоянных маршрутах в Кижских шхерах Онежского озера (Заонежье) ежегодно встречалась только до 1997 г.

Кукша *Perisoreus infaustus* (L.) – вид, населяющий евразийскую тайгу от Норвегии до Сахалина. В оптимальных местообитаниях Швеции, Финляндии и европейской части России численность может доходить до 1–2 пар/км^2 [The EBCC Atlas.., 1997, p. 669]. Во второй половине XX в. произошло сокращение европейской популяции в связи с уменьшением площадей и фрагментацией основных местообитаний [Väisänen, 1983; Helle, Järvinen, 1986; Зимин и др., 1993]. Вполне обычный оседлый вид с низкой численностью для северных районов Карелии и редкий – для южных (Зимин и др., 1993; Сазонов, 1997). В заповеднике «Кивач» в 1950-е гг. была более обычной, чем сойка; до 1980-х гг. плотность населения в оптимальных биотопах доходила до одной пары/км^2; сейчас редка как в летнее, так и в зимнее время [Захарова, Яковлева, 1988; Яковлева, 2006].

В основном с хвойными лесами и водоемами таежной зоны связаны и некоторые птицы с более широким распространением: глухарь *Tetrao urogallus* L., рябчик *Tetrastes bonasia* (L.), трехпалый дятел *Picoides tridactylus* (L.), овсянка-крошка *Emberiza pusilla* Pall., клест-еловик *Loxia pytyopsittacus* Borkh., из водоплавающих – краснозобая гагара *Gavia stellata* (Pontopp.), лебедь-кликун *Cygnus cygnus* (L.), таежная форма гуменника *Anser fabalis* (L.). Старовозрастные деревья в сочетании с обширными массивами естественных угодий необходимы для гнездования крупных хищных птиц и сов, охраняемых в России и Фенноскандии.

В настоящее время из 10 КОТР Карелии, входящих в список объектов международного значения [Ключевые.., 2000; Important Birds.., 2000], только заповедник «Кивач» получил категорию А-3. Вместе с тем таежный комплекс птиц не менее полно представлен и в других массивах старовозрастных лесов, сохранившихся в Карелии. По предварительным оценкам, этим критериям отвечает территория НП «Паанаярви» и «Калевальский», Костомукшского заповедника и ряда других ООПТ Зеленого

пояса Фенноскандии. Между тем, для того чтобы предложить их для включения в соответствующий список КОТР, необходимо обоснование, опирающееся на более подробные и современные данные, что требует дополнительных исследований.

На заключительном этапе работа была частично поддержана Программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» и ФЦП «Разнообразие, устойчивость и динамика естественных и трансформированных экосистем таежной зоны Европейского Севера».

Литература

Белопольский Л. О., Бианки В. В., Коханов В. Д. Материалы по экологии куликов (Lilnicolae) Белого моря// Тр. Кандалакшского гос. заповедника. Мурманск, 1970. Вып. 8. С. 3–84.

Бианки В. В., Коханов В. Д., Корякин А. С. и др. Птицы Кольско-Беломорского региона // Русский орнитол. журн. 1993. Т.2. Вып.4. С. 491–586.

Горшков В. Г., Макарьева А. М. Биотическая регуляция окружающей среды: обоснование необходимости сохранения и восстановления естественной биоты на территориях материковых масштабов // Биотическая регуляция окружающей среды. Докл. междунар. семинара «Роль девственной наземной биоты в современных условиях глобальных изменений окружающей среды». Петрозаводск, 1998. С. 3–20.

Захарова Л. С., Яковлева М. В. Птицы // Флора и фауна заповедников СССР. Фауна заповедника «Кивач». М.: ИЭМЭЖ АН СССР, 1988. С.11–35.

Зимин В. Б. Экология воробьиных птиц Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1988. 184 с.

Зимин В. Б., Ивантер Э. В. Фаунистический обзор наземных позвоночных заповедника «Кивач»// Тр. заповедника «Кивач». Петрозаводск, 1969. Вып.1. С. 22–64.

Зимин В. Б., Сазонов С. В., Лапшин и др. Орнитофауна Карелии. Петрозаводск, 1993. 220 с.

Иванов А. И. Каталог птиц СССР. Л.: Наука, 1976. 276 с.

Ивантер Э. В. Птицы Северо-Восточной Карелии (к количественной характеристике лесных орнитокомплексов) // Вопросы экологии животных. Петрозаводск, 1969. С. 93–103.

Ивантер Э. В. Фаунистический анализ и проблемы зоогеографического районирования // Тр. Кар НЦ РАН. Сер. Б. Вып. 2. Петрозаводск, 2001. С. 76–81.

Кесслер К. Ф. Материалы для познания Онежского озера и Обонежского края, преимущественно в зоологическом отношении. Приложение к трудам I съезда естествоиспытателей. СПб, 1868. С. 3–143 (Птицы. С. 23–29).

Ключевые орнитологические территории России / Ред.: Т. В. Свиридова, В. А. Зубакин. Т. 1. М.: Союз охраны птиц, 2000. 702 с.

Коханов В. Д. Обзор изменений, отмеченных в орнитофауне Мурманской области за последнее столетие // Проблемы изучения и охраны природы Прибеломорья. Мурманск, 1987. С. 20–37.

Красная книга Архангельской области. Архангельск: Комитет по экологии Арх. обл., 2008. 351 с.

Красная книга природы Ленинградской области Т. 3. Животные. СПб: Мир и семья, 2004. 480 с.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.

Красовский С. К. О промысловой фауне северной части Шуньгского полуострова // Тр. Бородинской биостанции. 1933. Т. 7, № 1. С. 61–74.

Мальчевский А. С., Пукинский Ю. Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий. Т. 2. Л.: изд-во ЛГУ, 1983. 504 с.

Марвин М.Я. Животный мир Карело-Финской ССР. Петрозаводск, 1951. 196 с.

Марвин М. Я. Список птиц К-Ф ССР // Известия К-Ф научно-исследовательской базы АН СССР. Т.1–2. Петрозаводск, 1947. С. 98–107.

Михалева Е. В., Бирина У. А. Птицы Валаамского архипелага (аннотированный список видов) // Русский орнитол. журн. Экспресс-выпуск. 1997. № 9. С.11–21.

Носков Г. А., Зимин В. Б., Резвый С. П. и др. Птицы Ладожского орнитологического стационара и его окрестностей. Экология птиц Приладожья // Тр. БНИИ ЛГУ. Л., 1981. № 32. С. 3–86.

Пукинский Ю. Б. Жизнь сов. Серия: Жизнь наших птиц и зверей. Вып.1. Л.: изд-во ЛГУ, 1977. 240 с.

Рымкевич Т. А. Материалы по экологии овсянки-ремеза в Ленинградской области // Вестник ЛГУ. 1979. №3 С. 37–47.

Рябицев В. К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник-определитель. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2001. 608 с.

Сазонов С. В. Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Фенноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск, 1997. 116 с.

Сазонов С. В. Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии: Исторические и зонально-ландшафтные факторы формирования. М.: Наука, 2004. 391 с.

Семенов-Тян-Шанский О. И., Гилязов А. С. Птицы Лапландии. М.: Наука, 1991. 288 с.

Хохлова Т. Ю. Эколого-фаунистическая характеристика орнитофауны Заонежья // Вестник ЛГУ. Сер. биол. 1977. Вып.15. С. 22–30.

Хохлова Т. Ю. Орнитофауна Заонежья и тенденции ее изменений// Фауна и экология наземных позвоночных животных Республики Карелия. Петрозаводск, 1998. С.86–128.

Хохлова Т. Ю., Артемьев А. В. Основные итоги многолетнего орнитологического мониторинга в зоне концентраций границ ареалов птиц на Северо-Западе России (Карелия, Заонежье) // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах. М.: ИПЭЭ РАН, 2007. С. 60–74.

Хохлова Т. Ю., Яковлева М. В., Зимин В. Б. и др. Материалы по совам (Strigiformes) Республики Карелия// Совы Северной Евразии. М., 2005. С. 46–57.

Яковлева М.В. Изменения населения гнездящихся птиц заповедника «Кивач» за последние 40 лет // Тр. гос. природного заповедника «Кивач». Вып.3. Петрозаводск, 2006. С. 3–18.

Haapala J., Lehtonen J., Saurola P. Petolintujen pesintä ja petolintukantojen seuranta Suomessa 1991 // Lintumies. 1992. Vol. 26. N 1. S. 2–13.

Helle P., Järvinen O. Population trends of North Finnish land birds in relation to their habitat selection and changes in forest structure// Oikos. 1986. Vol. 46. P. 107–115.

Hilden O., Helo P. The Great Owl *Strix nebulosa* – a bird of the northern taiga// Ornis Fennica. 1981. Vol. 58. P. 159–166.

Hogstad O. Interspecific relations between Willow Warbler (Phylloscopus trochilus) and Brambling (Fringilla montifringilla) // Norw. J. Zool. 1975. Vol. 23. P. 223–234.

Important Birds Areas in Europe: Priority sites for conservation / Eds.: Heath M. F., Evans M. I., Hoccom D. G. et. al. (BirdLife Conservation Series N 8). UK. Cambridge: BirdLife International, 2000. Vol. 1. 879 p. Vol. 2. 1600 p.

Larsen T., Tombre I. Cyclic irruptions of Two-barred Crossbills in Scandinavia // Fauna Norv. Ser. C, Cinclus. 1989. Vol. 12. P. 3–10.

Pulliainen E. Jänkäkurppa (*Lymnocryptes minimus)* // Suomen Lintuatlas. Helsinki, 1983. P.164–165.

Putkonen T. A. Havaintoja lintujen kevätmuutosta Äyräpäänjärvellä v. 1935 // Ornis Fennica. 1936. Vol. 13, N 2. P. 70–79.

Red Date Book of the Baltic Region. Part 1. Lists of threatened vascular plants and vertebrates. Uppsala; Riga, 1993. 95 p.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki, 1998. 351 p.

The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance / Eds.: E. J. M. Hagemeijer, M. J. Blair. London: T. & A.D. Poyser, 1997. 903 p.

Väisänen R. A. Long-term population changes of the most abundant north Finnish land birds during the past 40 years // Aureola. 1983. Vol. 8. P. 58–65.

Virkkala R. Geographical variation in bird communities of old, intact forests in northern Finland // Ornis Fennica. 1987. Vol. 64. P. 107–118.

Virkkala R. Short-term fluctuations of bird communities and populations in virgin and managed forests in Northern Finland // Annales Zoologici Fennici. 1989. Vol. 26. P. 277–285.

Virkkala R. Population trends of forest birds in a Finnish Lapland landscape of large habitat blocks: Consequences of stochastic environmental variation or regional habitat alteration? // Biological Conservation. 1991. Vol. 56, N 2. P. 223–240.

Virkkala R., Liehu H. Habitat selection by the Siberian Tit Parus cinctus in virgin and managed forests in northern Finland // Ornis Fennica. 1990. Vol. 67. P. 1–12.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хохлова Татьяна Юрьевна
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: biology@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Артемьев Александр Владимирович
ведущий научный сотрудник, д.б.н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: artem@karelia.ru
тел.: (8142) 769810

Khokhlova, Tatyana
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: biology@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Artemiev, Alexandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: artem@karelia.ru
tel.: (8142) 769810

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 133–139

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*УДК 630*181 574 504*

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЕ ICP-FORESTS В КАРЕЛИИ

О.Н. Бахмет, Н.Г. Федорец, А.М. Крышень

Институт леса Карельского научного центра РАН

В 2007 г. Институт леса КарНЦ РАН присоединился к выполнению международной программы по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса (ICP-Forests), которая в настоящее время является одной из крупнейших в мире систем биомониторинга. Полученные в результате проведенных работ материалы сопоставимы с данными других стран, что позволяет делать необходимые сравнения и заключения. Параметры, определяемые по методикам программы ICP-Forests, используются в оценках состояния лесов, углеродного цикла и биологического разнообразия, для выполнения международных обязательств. Созданную мониторинговую сеть предлагается рассматривать как основу для развития экологических исследований в республике и использовать материалы для сравнительного анализа влияния природопользования на лесные экосистемы в европейских странах и Карелии.

Ключевые слова: мониторинг, состояние лесов, загрязнение воздуха, международная программа ICP-Forests.

O. N. Bakhmet, N. G. Fedorets, A. M. Kryshen'. INVESTIGATIONS WITHIN THE INTERNATIONAL PROGRAM ICP-FORESTS IN KARELIA

In 2007, Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS joined the International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP-Forests), which is now one of the world's biggest biomonitoring systems. The data obtained are comparable with data from other countries, so that necessary comparisons and conclusions can be drawn. The indices determined according to ICP-Forests techniques are used to assess the state of forests, the carbon cycle and biological diversity, to fulfill international commitments. We suggest that the newly established monitoring network is viewed as the basis for developing ecological studies in Republic and that the materials are used for comparative analysis of nature use in European countries and Karelia on forest ecosystems.

Key words: monitoring, forest state, air pollution, international programme ICP-Forests.

В конце 1970-х гг. в ряде областей Европы отмечалось ухудшение состояния лесов, вызванное неизвестными причинами. Широкое распространение таких повреждений, независимо от видов деревьев, привело к тому, что описанное явление было названо «новое усыхание лесов» [Overrein и др., 1981]. Все известные факторы, которые могли воздействовать на древесные насаждения, как, например, экстремальные климатические условия, распространение определенных насекомых и грибов, не могли привести к таким негативным последствиям. Предположение о влиянии на состояние лесов воздушных поллютантов даже в районах, удаленных от источников промышленного загрязнения, было подтверждено результатами исследований в рамках норвежского проекта «Кислотные осадки, действие на лес и рыб». Материалы проведенных ранее в Германии работ по международной биологической программе также показали негативное воздействие загрязнителей на биогеохимические циклы в лесах [Ulrich et al., 1979].

В связи с этим на основе Конвенции по долговременному трансграничному загрязнению воздуха Экономическая комиссия по Европе Организации Объединенных Наций в июле 1985 г. приняла решение о создании международной программы по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests – ICP-Forests). Эта программа должна была обеспечить сбор на национальном уровне всеобъемлющих и сопоставимых данных по изменению состояния лесов в связи с условиями среды (в частности с загрязнением воздуха, включая кислотные осадки). Такие мероприятия позволили бы оценить тенденции повреждения лесов в результате загрязнения и лучше понять причинно-следственные связи.

Для выполнения программы была создана рабочая группа (Task Force) во главе с учеными из ФРГ. На первом же совещании рабочей группы в октябре 1985 г. во Фрайбурге было решено подготовить единое для всех участников программы руководство по методам и критериям отбора проб, оценки, мониторинга и анализа воздействия загрязнения воздуха на леса. За прошедшие 25 лет руководство неоднократно редактировалось и улучшалось, последняя редакция была сделана в 2010 г.

В настоящее время цель программы ICP-Forests – мониторинг влияния загрязнения воздуха на леса для лучшего понимания причинно-следственных связей. В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

- получить знания о пространственной и временной изменчивости состояния лесов, о влиянии на них стрессовых факторов, в том числе загрязнителей воздуха, на региональном, национальном и международном уровнях;
- добиться лучшего понимания механизмов воздействия загрязнителей воздуха и других факторов повреждения на лесные экосистемы;
- оценить взаимодействия компонентов лесных экосистем между собой под влиянием загрязнения воздуха и других повреждающих факторов.

Для получения столь всеобъемлющей информации необходимы разные в методологическом плане подходы к мониторингу и его интенсивность. Экстенсивный мониторинг большого числа пробных площадей отражает широкомасштабное длительное развитие повреждения лесов. Интенсивный мониторинг на меньшем количестве участков позволяет выявить причинно-следственные связи, которые, в свою очередь, нельзя экстраполировать на большие территории без данных широкомасштабного наблюдения.

В связи с этим исследования лесных экосистем в рамках данной программы осуществляются на трех различных уровнях интенсивности мониторинга.

Уровень I – широкомасштабное наблюдение за первичными параметрами разных компонентов леса (состояние кроны, почвы, содержание элементов в листве/хвое). Цель – получение данных, характеризующих изменение состояния лесов в пространстве и времени. Мониторинг осуществляется с помощью сети систематически выбираемых участков, покрывающих лесные территории страны (национальные сетки разной густоты) и Европы, при низком уровне интенсивности исследований на каждом участке.

Уровень II – интенсивный мониторинг, цель которого – определение ключевых факторов и процессов в функционировании лесных экосистем. Проводится в основном на постоянных участках мониторинга, выбранных так, чтобы они были репрезентативны для определенного региона.

Уровень III – специальный анализ лесных экосистем ставит своей целью добиться более глубокого понимания причинно-следственных связей, с углубленным изучением воздействия загрязнителей воздуха. Осуществляется на немногих постоянных участках, подходящих для тщательного детального изучения сложных взаимодействий между всеми компонентами экосистемы.

Требования к исследованиям на уровнях I и II приведены в таблице.

Виды наблюдения и их частота по программе

Вид наблюдения	Уровень I	Уровень II
Оценка состояния крон	Ежегодно	Ежегодно
Анализ почв (твердая фаза)	Каждые 10 лет	Каждые 10 лет
Анализ почвенных растворов	–	Непрерывно (ежемесячно)
Анализ листвы/хвои	Каждые 2 года	Каждые 2 года
Измерения осадков	–	Непрерывно (ежемесячно)
Оценка наземной растительности	–	Каждые 5 лет

В настоящее время 39 европейских стран, а также Канада и Соединенные Штаты Америки принимают участие в данной международной программе (рис. 1). Экологический мониторинг лесов по программе ICP-Forests начали проводить еще в бывшем СССР с 1987 г. в республиках Прибалтики. В соответствии с Конвенцией по долговременному трансграничному загрязнению воздуха СССР должен был создать систему мониторинга лесов на глубину 500 км от своих западных границ [Вайчис, 1989]. С 1995 г. мониторинг по программе ICP-Forests рекомендован для осуществления бывшей Федеральной службой лесного хозяйства РФ, а с 1998 г. и как инструмент для контроля за поддержанием приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов. В 1990-е гг. исследования по этой международной программе проводились только по отдельным компонентам лесных экосистем и лишь в Ленинградской области. В 2000-е гг. в России был создан Национальный координационный центр на базе Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, возглавила российское представительство программы д.б.н. Н. В. Лукина. Российские исследования финансирует Федеральное агентство лесного хозяйства.

Республика Карелия (РК) стала первым регионом, в котором были осуществлены комплексные исследования по программе ICP-Forests. Работы по I и II уровням, за исключением изучения состояния крон, проводятся Институтом леса (ИЛ) КарНЦ РАН. Координируют

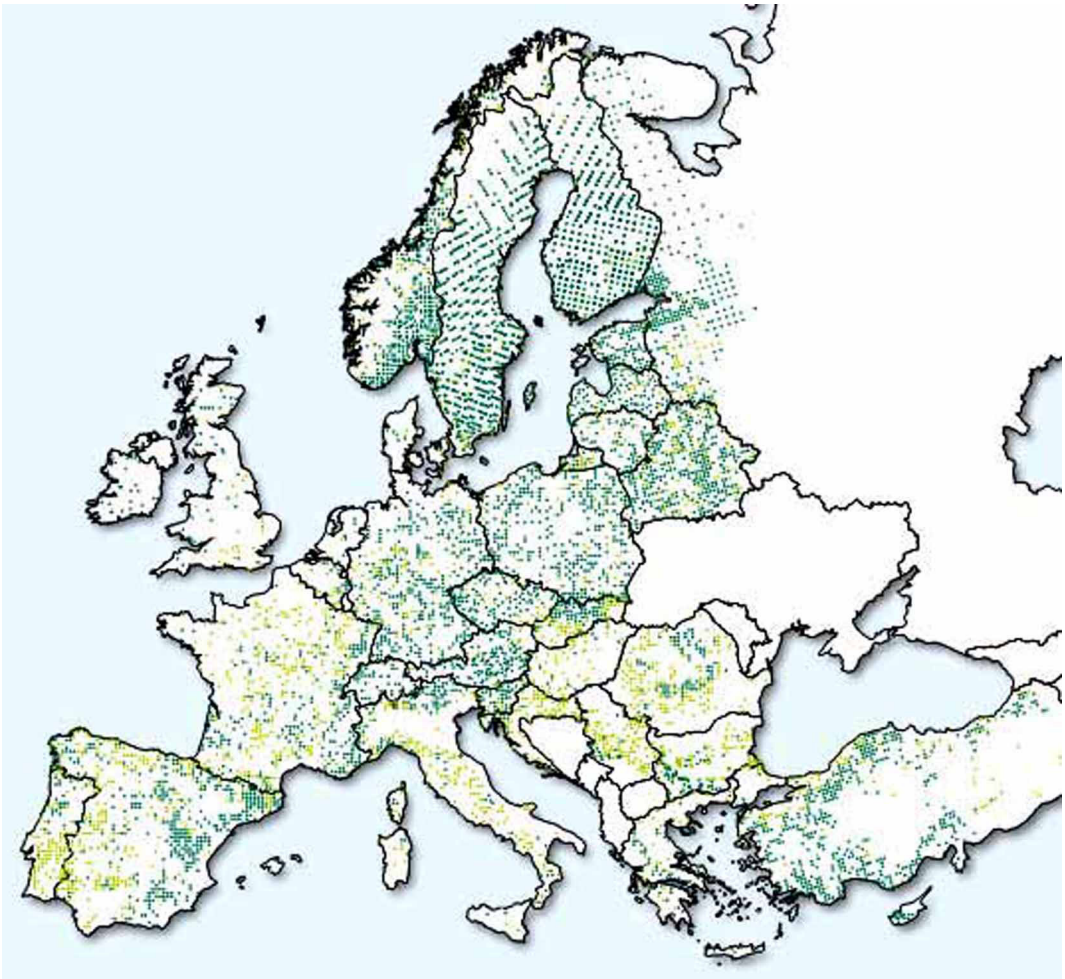


Рис. 1. Распространение программы ICP-Forest в Европе

международную программу ICP-Forests в РК сотрудники лаборатории лесного почвоведения и микробиологии ИЛ КарНЦ РАН д.с.-х.н. Н. Г. Федорец и к.б.н. О. Н. Бахмет (является также экспертом программы по изучению почв в России). Для получения репрезентативных данных лаборатория участвует в международных ринг-тестах по химическим анализам почв, атмосферных осадков и почвенных вод. Координатор по исследованию напочвенного покрова Карелии в рамках этой программы – д.б.н. А. М. Крышень.

Уровень II

В 2007 г. в нашем регионе для интенсивного мониторинга лесных экосистем на уровне II были заложены две пробные площади, на которых анализируется значительное число параметров и с высокой частотой отбора. Пробные площади были заложены в Кондопожском районе в наиболее распространенных в нашем регионе условиях – в сосняке и ельнике черничных, произрастающих на подзолах, сформировавшихся на моренных отложениях. Закладка пробных площадей включала их детальное описание, в том числе характеристики древостоя, места произрастания и др.

Ежемесячно в течение всего года на этих участках осуществляется отбор атмосферных осадков, в которых, согласно методике ICP-Forests, определяются: объем выпадений, pH, общая щелочность (для образцов с pH > 5), K, Ca, Mg, Na, N–NH4, Cl, $N–NO_3$, $S–SO_4$, $N_{общ.}$, Al, Mn, Fe, $P–PO_4$, Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Cd, $S_{общ.}$, $C_{общ}$.

В безморозный период также ежемесячно отбираются почвенные воды, в которых измеряют: объем, pH, щелочность (для образцов с pH > 5), K, Ca, Mg, $N–NO_3$, $S–SO_4$, Al, Na, Fe, Mn, P, $N–NH_4$, Cl, Cr, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd.

В 2009 г. на пробных площадях уровня II были проведены детальные почвенные исследования. Одновременно была отобрана хвоя, химический анализ которой осуществлялся в Институте леса КарНЦ РАН и Институте биологии Коми НЦ РАН.

Основная часть химического анализа почвенных образцов выполнялась в лаборатории лесного почвоведения и микробиологии и аналитической лаборатории Института леса КарНЦ РАН, частично – в Институте геологии КарНЦ РАН и Институте промышленной экологии Кольского НЦ РАН. Почвенные исследования включали:

- детальное морфологическое описание,
- определение веса органогенного слоя,
- изучение механического состава,
- определение кислотности,
- анализ содержания $C_{общ.}$ и $N_{общ.}$,
- определение валового содержания Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn,
- определение обменных форм ряда элементов,
- анализ их содержания в вытяжке «царской водки».

В дальнейшем планируется расширение комплекса параметров, по которым проводятся исследования по II уровню.

Уровень I

В соответствии с инструкциями ICP-Forests и соглашением стран-участниц целью программы в первую очередь является мониторинг I уровня для получения надежных и сравнимых данных. Такие исследования проводятся в Европе с 1986 г. С середины 1990-х гг. осуществляется мониторинг I уровня в Ленинградской области, но лишь в рамках наблюдения за состоянием древостоев. Впервые масштабные комплексные исследования I уровня проведены в Карелии в 2009 г. Они включали отбор листвы/хвои, изучение состояния почв (полевые исследования выполнены сотрудниками лаборатории лесного почвоведения и микробиологии ИЛ КарНЦ РАН) и напочвенного покрова (работы проводили сотрудники лаборатории лесовосстановления ИЛ и лаборатории болотных экосистем ИБ КарНЦ РАН).

Пробные площади (ПП) в Карелии были заложены по равномерной сети 32 х 32 км путем проекции на географические координаты.

Необходимо отметить, что хотя в большинстве стран Европы такие исследования проводятся по сетке 16 х 16 км, в бореальных лесах, как правило, используется сетка 32 х 16 или 32 х 32 кв. км (см. рис. 1). Изначально в Карелии планировалось заложить 129 пробных площадей, но в связи со слабым развитием транспортной сети в регионе и недоступностью некоторых районов часть участков была исключена. В итоге по такой сетке в Карелии было заложено 100 пробных площадей (рис. 2).

Расширение сети ПП в Карелии (переход к сетке 16х16 км) в будущем весьма вероятно, поэтому следует отметить очень важный для работы момент – труднодоступность отдельных ПП. По нашим оценкам, закладывать их необходимо на расстоянии не более 2–3 км от дороги. Исследования напочвенного покрова ограничены коротким вегетационным периодом, а в малонаселенных местах с редкой сетью дорог переезды могут занимать слишком много времени, и светового дня может не хватить для тщательного сбора материала, так как при

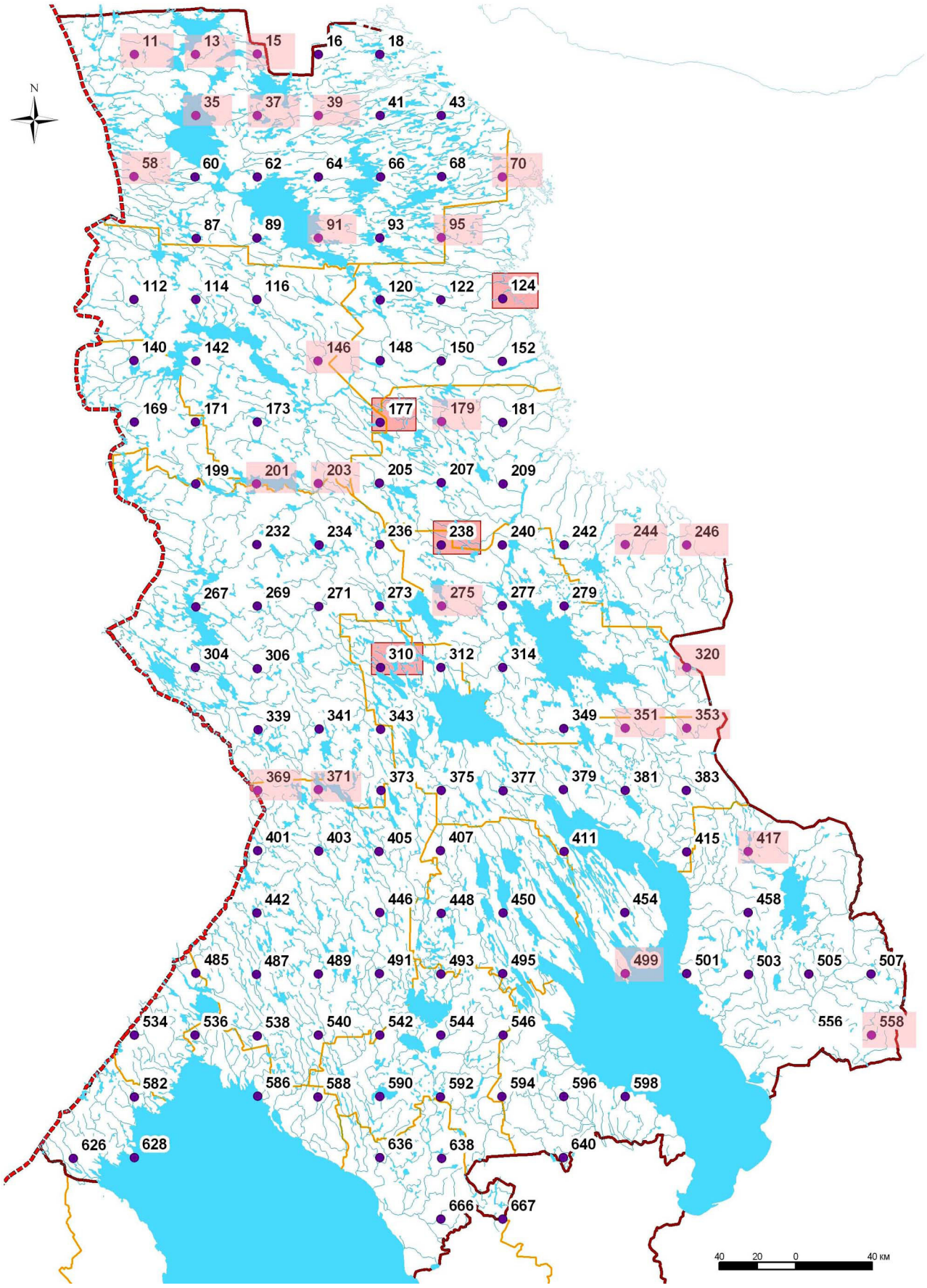


Рис. 2. Сеть ППН на территории Карелии (выделены ППН, где исследования не проводились)

работе двумя отрядами в день необходимо делать описание двух ПП, что часто бывает затруднительно и даже невозможно. В связи с этим при расширении сети ПП следует предусмотреть возможность увеличения числа работников (в Финляндии для этих целей приглашают студентов) и (или) распределить работы на несколько лет.

Хвоя отбиралась минимум в трехкратной повторности (с трех деревьев на пробной площади), затем разделялась по возрасту. Частично ее анализ проводился в лаборатории лесного почвоведения и микробиологии ИЛ КарНЦ РАН, частично – в Институте биологии Коми НЦ РАН.

Полевые исследования почв предполагали не только детальное морфологическое описание и отбор образцов для лабораторного анализа, но и достаточно подробную характеристику условий формирования почв – особенности почвообразующих пород, уровень залегания грунтовых вод и др.

Подготовка к анализу отобранных почвенных образцов и часть химических анализов (по приведенной выше схеме) проводились в лаборатории лесного почвоведения и микробиологии ИЛ КарНЦ РАН. Кроме того, образцы анализировались в аналитической лаборатории ИЛ КарНЦ РАН, Институте геологии КарНЦ РАН и в Институте промышленной экологии Кольского НЦ РАН. Анализы полностью были завершены к середине 2010 г., после чего все материалы отослали в Европейский центр программы ICP-Forests.

Опыт проведения исследований по этой программе в Карелии был использован в аналогичных работах в Ленинградской области в 2010 г. Были обследованы 50 пробных площадей, заложенных ранее, на которых изучалось состояние почв, отбирались образцы почв и хвои для анализа химического состава.

Напочвенный покров на сети ПП в Карелии исследовался в вегетационные сезоны 2009 и 2010 г. сотрудниками лаборатории лесовосстановления ИЛ КарНЦ РАН и лаборатории болотных экосистем ИБ КарНЦ РАН. Выполнены работы на 100 ПП, на каждой из которых подробно описывались травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы на четырех пробных площадях по 100 кв. м. Методы описания детально изложены в специальной инструкции [http://www.icp-forests.org/Manual.htm], поэтому в данной публикации имеет смысл остановиться на некоторых общих моментах и перспективах использования полученных материалов.

На наш взгляд, принципиальным является то, что видовой состав определяется не только в пределах учетных площадок, суммарная площадь которых равняется 400 кв. м, но и в остальной части общего мониторингового участка. В результате составляется список видов растений, который, как правило, шире представленных только на учетных площадках. Такой подход позволяет в будущем корректно интерпретировать изменения видового состава, а также представляет интерес при оценке уровня биоразнообразия, так как учитывает и редкие виды, по той или иной причине не попавшие на учетные площадки. Часто именно такие виды помогают оценить природоохранную значимость территории и уровень ее антропогенных изменений. Общий список включается в отчет, и при его составлении указывается приуроченность видов к учетным площадкам.

В настоящее время проводится статистический анализ полученных в Карелии и Ленинградской области в 2009 и 2010 г. данных.

Параметры, определяемые по методикам программы ICP-Forests, используются в оценках состояния лесов, углеродного цикла и биологического разнообразия для выполнения международных обязательств по министерской конференции по устойчивому управлению лесами (критерии и индикаторы устойчивого управления лесами, см. приказ по Рослесхозу от 1998 г.) (http://www.rosleshoz.gov.ru/media/news/366).

Международная программа по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса (ICP-Forests) на данный момент является одной из крупнейших в мире систем биомониторинга. На последнем совещании национальных координаторов, состоявшемся в Германии, г. Гармеш-Партенкирхен 28 мая – 2 июня 2010 г., свою заинтересованность в присоединении к программе мониторинга выразили азиатские страны (Япония, Китай и др.), которые также используют подходы и методы программы ICP-Forests в исследовании состояния лесов.

Заложенная сеть пробных площадей представляет собой важную научно-техническую инфраструктуру, позволяющую решать наряду с задачами мониторинга состояния лесов и другие проблемы. В будущем она, например, может послужить каркасом для применения выборочных методов статистической инвентаризации лесов [Алексеев и др., 2007], а также основой для развития комплексных исследований биоразнообразия региона.

Литература

Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Синкевич А.Е. Мониторинг лесов Ленинградской области на основе регулярной биоиндикационной сети пробных площадей по программе ICP-Forests // Лесобиологиче-

ские исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы: мат-лы науч. конф., посвящ. 50-летию Института леса Кар. научного центра РАН (3–5 октября). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 18–29.

Вайчис М.В. Программа-методика проведения работ по региональному мониторингу лесов европейской части СССР. Каунас: Гирионис, 1989. 56 с.

Титов А.Ф., Вдовицын В.Т., Крышень А.М. и др. Современные информационные технологии и развитие сети особо охраняемых природных территорий (на примере Республики Карелия) // Тр. КарНЦ РАН. 2011. № 1. С. 82–86.

Overrein L.N., Seip H.M., Tollan A. Acid precipitation – effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972–1980. 2nd Ed. 1981.

Ulrich B., Mayer R., Khanna P.K. Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldokosystemen im Solling. Schriften aus der Forst 1. Fak. d. Univ. Gottingen, Bd. 58. 1979.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бахмет Ольга Николаевна
ведущий научный сотрудник, к. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: bakhmet@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Федорец Наталия Глебовна
зав. лаб. лесного почвоведения и микробиологии, д. с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: fedorets@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Крышень Александр Михайлович
главный научный сотрудник, д.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769601

Bakhmet, Olga
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bakhmet@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Fedorets, Natalia
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: fedorets@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Kryshen', Alexandr
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769601

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 140–141

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 595.771

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ КОМАРА-ДОЛГОНОЖКИ *TIPULA* (SAVTSHENKIA) *CONFUSA* (DIPTERA, TIPULIDAE) НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Э. Пилипенко

Биологический факультет Московского государственного университета

Приведены новые данные по распространению малоизвестного вида комара-долгоножки *Tipula* (Savtshenkia) *confusa* van der Wulp 1883 на территории Карелии.

Ключевые слова: *Tipula* (Savtshenkia) *confusa* van der Wulp, распространение, Карелия.

V. E. Pilipenko. NEW RECORDS OF THE CRANEFLY *TIPULA* (SAVTSHENKIA) *CONFUSA* (DIPTERA, TIPULIDAE) FROM NW RUSSIA

New records of the cranefly *Tipula* (Savtshenkia) *confusa* van der Wulp 1883 from Karelia are reported.

Key words: *Tipula* (Savtshenkia) *confusa* van der Wulp, distribution, Karelia.

Введение

Фауна комаров-долгоножек Северо-Запада европейской части России и Карелии изучена достаточно хорошо (Лакшевиц, 1936; Штакельберг, 1951, 1965). Тем не менее вид *Tipula* (Savtshenkia) *confusa* до недавнего времени на территории России отмечен не был. Лишь в 2009 г. он указан для Карелии (Хумала, Полевой, 2009). Ниже приведены новые данные о находках и местах сбора этого вида в Карелии.

***Tipula* (Savtshenkia) *confusa* van der Wulp 1883,** синонимы: *marmorata* Meigen, 1818; *guadarramensis* Strobl, 1906.

Материал

7 ♂♂, 3 ♀♀, *Kon*: Кончезеро, Чупинская губа (62°10`N 34°20`E), 05.VIII 1998, В. Пилипенко; 3 ♂♂, *Kon*: о. Б.Клименецкий, 1 км Ю от д. Воробьи, 21.VIII 2008, А. Полевой; 1 ♂, 1 ♀, *Kton*: Водлозерский нац. парк, Охтома, 07.VIII 1995, А. Полевой.

Обсуждение

Tipula confusa является западнопалеарктическим альпо-бореальным видом, известным из ряда стран Европы [Oosterbroek, 2010], в том числе и из южной Финляндии. В связи с

этим Е.Н. Савченко предполагал возможность находки данного вида (указан как *T. marmorata* Mg.) «в Прибалтийских республиках и на северо-западе Карельского перешейка в пределах Ленинградской области РСФСР» [Савченко, 1961]. В дальнейшем этот вид был отмечен для Литвы [Pakalniskis et al., 2006], поэтому находки его на территории Карелии вполне закономерны.

T. confusa относится к осенним комарам-долгоножкам, личинки которых являются наземными бриобионтами, питающимися мхами, растущими на камнях и древесине [Савченко, 1961].

В Водлозерском национальном парке комары были выкошены сачком между кустов вдоль дороги, проходящей возле старых ельников-черничников.

На Кончезере комары пойманы в 20 м от берега, среди невысоких (2–3 м) сосен, над камнями с мхами и лишайниками. На о. Б. Клименецком комары выкошены сачком у скальных выходов, поросших травой и кустарником.

Благодарности

Автор выражает особую благодарность А. В. Полевому за дополнительные сведения о находках и описание мест сбора данного вида комара-долгоножки в Карелии.

Литература

Лакшевиц П. Род Tipula (Diptera, Nematocera) в арктической и бореальной лесной областях Евразии // Тр. Зоол.ин-та АН СССР. 1936. Т. 4 . С. 245–312.

Савченко Е. Н. Комары-долгоножки (сем. Tipulidae). Подсемейство Tipulinae: род Tipula L. (часть 1). Фауна СССР (нов. сер. № 79). Насекомые двукрылые. Т. 2, вып. 3. М; Л.: изд-во АН СССР. 1961. 487 с.

Хумала А. Э., Полевой А. В. К фауне насекомых юго-востока Карелии // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 4. Сер. Биогеография. Вып. 9. С. 53–75.

Штакельберг А. А. Материалы по фауне двукрылых Ленинградской обл. 1. Nematocera polyneura (Diptera) // Тр. Зоол.ин-та АН СССР. 1951. Т. 9. С. 703–742.

Штакельберг А. А. Новые данные по фауне двукрылых (Diptera) Ленинградской области // Latvijas Entomol. 1965. N 10. С. 61–71.

Oosterbroek P. Catalogue of the Craneflies of the Word (CCW) 2010. http://ip30.eti.uva.nl/ccw/ (дата обращения: 20.10.2010).

Pakalniskis S., Bernotiene R., Lutovinovas E. et al. Checklist of Lithuanian Diptera // New and Rare for the Lithuania Insect Species. 2006. Vol. 18. P. 16–154.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Пилипенко Валентин Эрнестович
младший научный сотрудник, к.б.н.
Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
Воробьевы горы, Москва, Россия, 119992
эл. почта: vep@mail.ru
тел.: (495) 944-67-20

Pilipenko, Valentin
Biology Department, Moscow State University
Vorob`evy Gory, 119992, Moscow, Russia
e-mail: vep@mail.ru
tel.: (495) 9446720

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 142–144

УДК 591.9; 595.7

НАХОДКИ НОВЫХ И ИНТЕРЕСНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ (INSECTA) В СЕВЕРНОМ ПРИЛАДОЖЬЕ*

А. Э. Хумала, А. В. Полевой

Институт леса Карельского научного центра РАН

Приводятся новые данные о находках ряда интересных видов жесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых насекомых в северном Приладожье.

Ключевые слова: энтомофауна, северное Приладожье, новые виды.

A. E. Humala, A. V. Polevoi. RECORDS OF NEW AND REMARKABLE INSECT SPECIES (INSECTA) IN NORTHERN LADOGA AREA

The new data on findings of some interesting Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera and Diptera species in Northern Ladoga area are given.

Key words: entomofauna, Northern Ladoga area, new species.

Введение

Северное Приладожье по праву считается одним из наиболее хорошо изученных в энтомологическом плане районов юга Карелии. Обладая более мягким климатом, данная территория обусловливает существование значительного числа неморальных видов.

В довоенные годы, особенно в первой половине прошлого века, в Приладожье активно работали финские энтомологи, в результате деятельности которых составлены списки видов для многих групп насекомых. После войны количество энтомологических исследований в данном районе резко сократилось, какое-то время их не было вовсе, и число публикаций для данной территории значительно уменьшилось. В последние годы определенный интерес к приграничным районам, включенным в Зеленый пояс Фенноскандии, возрос, что предопределило проведение здесь новых исследований, в том числе и в сотрудничестве с финскими коллегами.

Несмотря на сравнительно скромные усилия, несколько экспедиций последних лет дали свои результаты. Некоторые из этих находок, представляющие, по нашему мнению, наибольший интерес, приводятся в данном сообщении. Как правило, это виды или впервые отмеченные на территории Карелии, или же редкие виды насекомых, включенные в Красные книги различного уровня [Kotiranta et al., 1998; Яковлев и др., 2007; Rassi et al., 2010].

COLEOPTERA

Cerambycidae

Cortodera femorata (Fabricius 1787)

Материал: 1 ♀ окр. п. Мейери, сосняк разнотравный, ловушка Малеза 03–06.07.2010 (Полевой, Хумала).

Вид включен в Красную книгу РК, категория 4 (DD).

Leptura pubescens Fabricius 1787

* Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Материал: 5 ♀ окр. п. Харлу, на цветах 15.08.2008 (Хумала).

Вид включен в Красные книги РК, категория 4 (DD), Финляндии (категория NT).

Saperda populnea (Linnaeus 1758)

Материал: 1 ♀ окр. п. Харлу, 15.08.2008 (Хумала).

LEPIDOPTERA

Lycaenidae

Lycaena dispar (Haworth 1809)

Материал: 1 ♀ окр. п. Мейери, влажный луг, 03.07.2010 (Хумала).

Вид включен в Красную книгу Финляндии (категория NT), в Карелии находится на границе ареала, заслуживает включения в региональную Красную книгу.

HYMENOPTERA

Cephidae

Calameuta filum (Gussakovskij1935)

Материал: 1 ♀ окр. Кирьявалахти 25.06.2003 (Яковлев).

Вид включен в Красные книги РК, категория 3 (VU), Финляндии (категория NT).

Bethylidae

Goniozus distigmus Thomson 1862

Материал: 1 ♂ о. Валаам, сосняк, желтые тарелки, 30.07–02.08.2009 (Полевой).

Crabronidae

Diodontus insidiosus Spooner 1938

Материал: 1 ♀ окр. Питкяярви, сухой луг, 06.07.2010 (Хумала).

Согласно сводке О. Ломхольдта [Lomholdt, 1984], это всего лишь вторая находка в Фенноскандии данного вида, описанного с южного побережья Англии, первая была сделана в Финляндии в биогеографической провинции *Om*.

Halictidae

Sphecodes ephippius (Linnaeus 1767)

Материал: 1 ♀ Салми 29.07.1994 (Хумала).

Вид включен в Красную книгу Финляндии (категория NT).

Megachilidae

Stelis minuta (Lepeletier et Serville 1825)

Материал: 1 ♀, 3 км С Импилахти, отлов на цветах 16.08.2008 (Хумала).

Вид включен в Красную книгу Финляндии (категория NT).

Aulacidae

Pristaulacus gibbator (Thunberg 1822)

Материал: 1 ♀ о. Валаам, 1 км В п. Валаам, вырубка, 30.07.2009 (Полевой).

В недавно вышедшем обзоре данного рода [Turrisi, 2007] для Фенноскандии вид отмечен только в Швеции. Заслуживает включения в региональную Красную книгу.

Chalcidae

Chalcis sispes (Linnaeus 1761)

Материал: 1 ♀ Валаам, Дивная бухта, 27.07.2009 (Полевой).

Вид включен в Красную книгу Финляндии (категория RE). Заслуживает включения в региональную Красную книгу.

Ichneumonidae

Zatypota albicoxa (Walker 1874)

Материал: 1 ♀ окр. Пуйкколы, оконная ловушка, 17.06–26.07.1991 (Хумала).

Вид включен в Красную книгу РК, категория 3 (LC).

Hyperacmus crassicornis (Gravenhorst 1829)

Материал: 1 ♀ Лумиваара, 15 км Ю Лахденпохья, желтая тарелка 04–07.08.2006. (Рещиков); 1 ♀ окр. п. Мейери 03.07.2010 (Хумала).

Ctenochira genalis (Thomson 1883).

Материал: 1 ♀ Исо-Ийярви оз., сосняк 05.07.2005 (Хумала).

Adelognathus longithorax Kasparyan 1990

Материал: 2 ♀ окр. Пуйкколы, оконная ловушка, 27.07–21.08.1991 (Хумала).

Единственная находка в России данного вида, описанного из Швеции, вид включен в Красную книгу РК, категория 3 (NT).

Therion circumflexum (Linnaeus 1758)

Материал: 1 ♀ Валаам, 1 км В п. Валаам, вырубка, 30.07.2009 (Полевой).

DIPTERA

Bombyliidae

Anthrax varius Fabricius 1794

Материал: 1 ♂, окр. п. Мейери, 03.07.2010 (Полевой).

Редкий вид, паразитирующий в гнездах одиночных пчел. В Карелии был известен по единственному экземпляру из района Импилахти (северное побережье Ладожского озера), обнаруженному в начале XX в.

Conopidae

Conops strigatus Wiedemann 1824

Материал: 1 ♂, окр. п. Рауталахти, оз. Лахнаярви, 14.08.2008 (Хумала).

Ярко окрашенная муха средних размеров, паразит одиночных пчел и ос. Включен в Красные книги Ленинградской области и Восточной Фенноскандии, хотя и удален из краснокнижного списка Финляндии благодаря новым данным [Rassi et al., 2010]. Для провинции *Karelia olonetsensis* вид был отмечен в 1941/42 г. в районе п. Важины.

Литература

Яковлев Е. Б., Узенбаев С. Д., Хумала А. Э. и др. Насекомые. Красная книга Республики Карелия / Ред.: Ивантер Э. В., Кузнецов О. Л. Петрозаводск: Карелия, 2007. С. 249–301.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki, 1998. 351 p.

Lomholdt O. The Sphecidae of Fennoscandia and Denmark // Fauna Entomologica Scandinavica. 1984. Vol. 4. 454 p.

Turrisi G. F. Revision of the Palaearctic species of *Pristaulacus* Kieffer, 1900 (Hymenoptera: Aulacidae) // Zootaxa. 2007. Vol. 1433. P. 1–76.

Rassi P., Hyvärinen E., Juslén A. & Mannerkoski I. (eds.) The 2010 Red List of Finnish Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 2010. 685 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хумала Андрей Эдуардович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: humala@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Полевой Алексей Владимирович
старший научный сотрудник, к.б.н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alexei.polevoi@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Humala, Andrey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: humala@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Polevoi, Alexey
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alexei.polevoi@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 145–149

ХРОНИКА

V МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ» (1 – 5 сентября 2010 г., п. Рабочеостровск, Республика Карелия)

Динамика населения охотничьих животных, факторы ее определяющие, особенности управления популяциями на разных фазах популяционных циклов – основная проблема, занимающая умы многих зоологов и охотоведов. Институт биологии Карельского научного центра РАН почти 60 лет ведет интенсивные исследования в области экологии популяций охотничьих животных – наиболее уязвимого компонента биоценозов. Данные исследования входят в число приоритетных направлений научно-технической политики РФ по разделу «Рациональное природопользование» и в разные годы получали поддержку российских и международных научных фондов. Это позволило коллективу лаборатории зоологии ИБ КарНЦ РАН взять на себя инициативу по организации международных симпозиумов, на которых участники могли бы обменяться информацией о результатах исследований последних лет в области экологии популяций охотничьих животных, о новых методах изучения, технологиях охраны и восстановления численности животных, об итогах реализации комплексных российских и международных проектов.

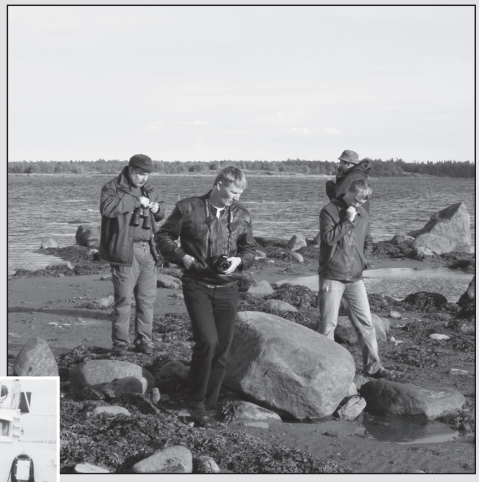
В 1994 г. был организован первый симпозиум (РК, п. Марциальные Воды). Далее с периодичностью в 4 года его проводили в 1998 (г. Петрозаводск), 2002 (г. Сортавала), 2006 (РК, п. Александровка), 2010 гг. (РК, п. Рабочеостровск). Научный авторитет и популярность симпозиума с годами росли, о чем можно судить не только по числу его участников (от 25 до 94 человек), но и по их составу: если в первом симпозиуме участвовали исследователи лишь Карелии и Финляндии, то во всех последующих – ученые из многих стран Северной Европы. Материалы симпозиумов издавались отдельными сборниками.

V Международный симпозиум «Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы» был организован и проведен Учреждением Российской академии наук Институтом биологии Карельского научного центра РАН совместно с Институтом дичи и рыбного хозяйства Финляндии (Finnish Game and Fisheries Research Institute) и Сванховд Центром (Bioforsk Soil and Environment Svanhovd, Norway) при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Отделения биологических наук РАН, Норвежского Баренцева секретариата (Norwegian Barents Secretariat), Института дичи и рыбного хозяйства Финляндии, Центра окружающей среды Финляндии (Finnish Environment Institute), ООО «Охотничье хозяйство “Черные камни”».

В симпозиуме приняли участие исследователи и работники научных, научно-производственных и образовательных учреждений и организаций РФ и зарубежных стран: республик Карелии и Коми, Архангельской, Мурманской, Тверской областей, Москвы, Санкт-Петербурга, Эстонии, Финляндии, Шотландии и Норвегии. Участники симпозиума заслушали и обсудили 2 пленарных, 55 устных и 11 стендовых докладов. Обсуждение проблемных вопросов было продолжено на заседаниях рабочих групп «Миграции и миграционные стоянки Гусеобразных» и «Копытные и крупные хищные звери».

В числе участников симпозиума было 18 докторов и 33 кандидата наук, 21 иностранный специалист и 12 молодых ученых. Председатель оргкомитета – академик РАН В. Н. Большаков.










"DYNAMICS OF GAME ANIMALS
POPULATIONS IN NORTHERN EUROPE"





Международный симпозиум был организован по специальностям «Зоология» (04–110) и «Общая биология» (04–170) и охватил несколько приоритетных направлений развития фундаментальных исследований по биологии (Программа фундаментальных научных исследований Российской академии наук на период 2007–2011 гг.): 6.2 – Экология организмов и сообществ; 6.3 – Биологическое разнообразие; 6.6 – Молекулярная генетика; 6.12 – Эволюционная, экологическая физиология, системы жизнеобеспечения и защиты человека. В соответствии с этим на симпозиуме были представлены сообщения специалистов, объединенные в пять секций. Ряд докладов носил межсекционный характер и привлек особое внимание участников.

На разностороннем материале показано, что флуктуации численности и ареалов свойственны всем видам охотничьих животных. Для одних они определяются главным образом естественными факторами и носят периодический характер, на другие виды значительное воздействие оказывают естественные, но не периодические факторы. Третья группа животных зависит в основном от напряженности использования популяций. В последнее время становится все более очевидным, что сила влияния ряда антропогенных факторов на популяции, виды, фаунистические комплексы во многом превосходит действие естественных факторов. Бесспорно также, что воздействие антропогенных факторов не одномоментно и даже не периодично, но перманентно, а их влияние с течением времени лишь возрастает. Как показали исследования и доклады (В. О. Авданин с соавт., П. И. Данилов, Н. С. Корытин и В. Н. Большаков, А. В. Артемьев с соавт., Ю. П. Курхинен с соавт., К. Хейкура и Й. Туомиваара, В. А. Ефимов и В. Н. Мамонтов, П. Маннил и Р. Вееройя, Т. А. Рымкевич с соавт., К. Холмала, О. Хьельорд, П. Хелле с соавт. и др.), наиболее серьезные изменения фауны наземных позвоночных, численности и распространения видов на Европейском Севере связаны именно с деятельностью человека, такой как трансформация биотопов и их фрагментация в результате рубки леса, лесоосушительной и сельскохозяйственной мелиорацией, а также с использованием ресурсов охотничьих животных. На примере тетеревиных птиц получили свое подтверждение ранее отмеченные закономерности (Ranta et al., 2007) в синхронизации популяционных волн, наблюдаемых на больших площадях, зависящих как от плотности населения видов, так и от изменения окружающей среды. Анализ временной и пространственной динамики численности популяций глухаря и тетерева в таежных регионах Северной Европы полезен для понимания общей реакции видов на вторжение в природу и управление ее ресурсами (Ю. П. Курхинен с соавт.).

Интересны современные данные о состоянии, природных особенностях и проблемах сохранения последних западных массивов первобытной тайги и водоохранных зон, оценка их значения с точки зрения биологических, рекреационных и средообразующих ресурсов, значения для сохранения видового разнообразия таежных животных, развития системы ООПТ (А. Н. Громцев с соавт., А. М. Хохлов и О. А. Макарова).

Показано, что глобальная трансформация лесного покрова Северной Европы вследствие интенсивных рубок леса сопровождается изменениями структурного разнообразия и функционирования экосистем бореальных лесов. В результате лесохозяйственной деятельности происходят прежде всего изменения фитоценозов, что неизменно сказывается и на животном населении – меняются структура их местообитаний, видовой состав, численность и территориальное распределение. Изучение происходящих процессов дает возможность их долгосрочного прогнозирования и предотвращения негативных последствий антропогенного влияния, а также позволяет разработать пути формирования оптимальной структуры ландшафтов и управления популяциями видов.

Еще в начале минувшего столетия по всему миру прокатилась волна так называемого обогащения фауны путем интродукции новых видов. В 20-е гг. и в России началась широкомасштабная акклиматизация прежде всего охотничьих животных. В результате интродукции новые для фауны Палеарктики виды прочно вошли в ее состав, а некоторые заняли ведущее место в биоценозах. В настоящее время появление новых животных в каком-либо месте рассматривается как «инвазия чужеродных видов» [Дгебуадзе, 2003 и др.]. Более того, разрабатываются и предлагаются меры по предотвращению их проникновения в автохтонные экосистемы, а развитие теории и практики биобезопасности становится приоритетным направлением в науке. Детальному изучению итогов акклиматизации новых животных, комплексному анализу изменений межвидовых отношений, которые возникают с появлением новых видов в природе, изменению самих биоценозов в результате жизнедеятельности некоторых инвазийных видов были посвящены работы и выступления П. И. Данилова, Ф. В. Федорова, М. Н. Пащенко с соавт., А. П. Савельева с соавт., Н. А. Завьялова с соавт., О. А. Макаровой и Г. Д. Катаева,

Ю. А. Шемякиной, И. Л. Туманова и А. А. Жемчужиной и др. При этом подчеркивалась неоднозначность итогов работ по интродукции, отмечались некоторые негативные последствия этого процесса. В ходе обсуждений был подготовлен окончательный список чужеродных видов (7) и потенциальных инвайдеров (3) на территорию Европейского Севера РФ. Получены материалы, свидетельствующие о расширении области распространения бобров, вытеснении канадского бобра европейским на юге Карелии и проникновении канадских зверей в пределы обитания европейских на северо-востоке республики и в Архангельскую область, уточнены старые и выявлены новые транзитные пути проникновения и распространения чужеродного вида.

Прослежена внутривидовая изменчивость енотовидной собаки аборигенных популяций Хабаровского края и интродуцентов из Тверской и Вологодской областей (Н. П. Кораблев с соавт.). Показано, что морфологическая изменчивость енотовидной собаки европейской части России менее контрастна, рассмотренные выборки не обладают дискретностью, образуя континуальные подмножества, связанные переходными формами.

Усиление антропогенного влияния, в том числе трансформация среды обитания животных, ведет к сокращению области распространения и численности некоторых видов. На территории Европейского Севера это произошло, как было показано в докладах О. Хьельорд, И. Л. Туманова и А. А. Жемчужиной, К. Хейкура и Й. Туомиваара, Д. В. Панченко, с тетеревиными птицами в Норвегии, лесным северным оленем в Финляндии и Карелии, европейской норкой на большей части ее ареала. Воспроизводству животных во многом способствуют охраняемые территории, а также регламентация хозяйственной деятельности человека в природе. Это особенно актуально для таких видов, как ладожская кольчатая нерпа и обыкновенная гага (Н. В. Медведев с соавт., Е. В. Агафонова с соавт.).

Довольно много внимания на симпозиуме было уделено молекулярным методам изучения генетического разнообразия видов, выявлению внутрипопуляционных группировок и генетической оценке индивидуальной идентичности у некоторых видов. Материалы по бурому медведю и лосю были представлены большими авторскими коллективами российских, финских и норвежских ученых (Д. В. Панченко с соавт., А. Копач с соавт., Х. Эйкен с соавт.). Начало долгосрочного генетического мониторинга бурого медведя в Северо-Восточной Европе позволило предположить разделение вида на несколько субпопуляций, выявить значительную отрицательную связь между географическим расстоянием и генетической связанностью, что указывает на изоляцию расстоянием. Микросателлитный анализ населения лося в Карелии показал высокий уровень генетического разнообразия, но не выявил дифференциации популяции. Представляется значимой и перспективной интеграция специалистов нескольких стран в решении таких задач, которые по уровню можно отнести к приоритетным в данной области.

Многие выступления (А. Марьякангас, О. Хьельорд с соавт., А. В. Сивков и О. Хьельорд, Р. Кроуфорд, И. Койола с соавт., С. В. Пажетнов, Дж. Тобар-Арбулу, В. О. Авданин с соавт., Р. Конт с соавт., Л. М. Баскин и Т. Куеммерле и др.) были основаны на материалах по мечению животных и спутниковому слежению за ними, использованию космических снимков, что значительно расширяет представления о пространственной структуре популяций, расселению и миграциям животных. Наибольшее впечатление произвели работы финских специалистов (И. Койола с соавт.), тогда как российские исследователи использовали такие методы, как правило, лишь в совместных работах с иностранными коллегами.

Традиционный интерес представляли доклады по биологии и экологии охотничьих животных (В. В. Белкин, А. Е. Якимова, С. А. Коузов и А. В. Кравчук, Р. Вееройя с соавт., К. Лиги и Т. Рандвеер, Т. С. Демина с соавт. и др.), орнитофауне отдельных регионов (Н. В. Лапшин с соавт., Т. К. Блинова, В. М. Храбрый, А. С. Гилязов), в которых были даны последние результаты многолетних исследований.

Новизной постановки вопросов привлекли внимание материалы и сообщения, касающиеся физиологических и биохимических аспектов экологического мониторинга охотничьих животных (Т. А. Моисеева, Л. Б. Узенбаева с соавт., А. Р. Унжаков с соавт.), а также дискуссионные работы (В. В. Кочетков, А. Р. Унжаков и Н. Н. Тютюнник, К. Ф. Тирронен, Е. И. Руппиев, Т. Пелтола и Я. Хейккиля), в которых прозвучали не только аргументированные, но и спорные положения.

В целом представленные на симпозиуме доклады соответствовали актуальным задачам заявленных научных направлений и отражали широкие интересы отечественных и зарубежных исследователей.

Работа V Международного симпозиума «Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы», дискуссии его участников были

интересными и плодотворными, общение – неформальным и дружеским. Большое впечатление на участников симпозиума произвела морская экскурсия на Соловецкий архипелаг.

К началу работы симпозиума были опубликованы тезисы докладов на русском и английском языках.

Организаторы и участники симпозиума благодарны профессору Е. К. Еськову, главному редактору журнала «Вестник охотоведения», за предложение опубликовать материалы симпозиума в отдельном выпуске журнала (Т. 7, № 2. 2010).

Участники симпозиума обратились с просьбой к делегации Эстонии рассмотреть возможность организации следующего VI Международного симпозиума в 2014 г. в Эстонии.

П. И. Данилов, В. В. Белкин, К. Ф. Тирронен

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 150–152

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

РАУНО РУУХИЯРВИ
(к 80-летию со дня рождения)



Рауно Руухиярви – ведущий болотовед, фитогеограф и эколог Финляндии – родился 4 сентября 1930 г. Еще в школе он интересовался ботаникой, зоологией, географией и геологией, самостоятельно изучал природу лесов и болот южной Остроботнии, а потом и Лапландии. В 1951 г. поступил в Хельсинкский университет, в котором в 1956 г. получил ученую степень магистра, в 1957-м – лицензиата наук по специальности «Ботаника». Затем три полевых сезона Р. Руухиярви посвятил изучению растительности и региональных особенностей болот северной Финляндии и в 1960 г. защитил докторскую диссертацию. Его монография, опубликованная по материалам данной диссертации, и сейчас является примером классического исследования болот, и постоянно цитируется болотоведами мира.

С середины 50-х гг. прошлого столетия Р. Руухиярви начал преподавательскую деятельность на отделении ботаники Хельсинкского университета, сочетая ее на протяжении многих лет с исследовательской работой, связанной с финской природой и ее охраной. В 1963 г. он был назначен профессором по специальности «Экология растений», стал преподавать этот курс, а также проводить летние полевые курсы на ст. Ламми, директором которой был более 30 лет. На этой крупной станции Хельсинкского университета в течение лета проходят многие полевые курсы, а также ведутся обширные научные исследования, проводятся различные симпозиумы и конференции, регулярно издается журнал. Более 10 исследователей под руководством Р. Руухиярви подготовили здесь свои диссертации по проблемам экологии водоемов, болот и лесов. Уже в конце 60-х гг. он начал преподавать в университете курс по охране окружающей среды, а также другие дисциплины и работал там до своего ухода на пенсию.

Наряду с активной публикацией результатов своих исследований, Р. Руухиярви много времени уделял редактированию крупных монографий и обзорных книг, среди которых том, посвященный болотам (1980), в серии «Природа Финляндии», двухтомный учебник по охране окружающей среды (1983, 1984). Он сыграл важную роль в создании университетов в Ювяскюля и Йоэнсуу, несколько лет был деканом факультета математики и естественных наук Хельсинкского университета, много сил и знаний вложил в развитие академического образования в Финляндии.

Еще в конце 50-х гг. Р. Руухиярви стал известен в Финляндии как активный защитник природы. В 1958–60-х гг. он был секретарем Союза охраны природы Финляндии и руководителем группы этой общественной организации по изучению водохранилищ в бассейне р. Кемийоки в Лапландии. Затем продолжительное время Р. Руухиярви возглавлял комитет по охране болот в Союзе охраны природы Финляндии, а также подобный комитет Финского торфяного общества. К этому времени были собраны данные более чем по 1000 болот, послужившие научной основой для разработки государственной программы их охраны. С 1972 г. вопросы охраны окружающей среды Финляндии были вменены Министерству сельского и лесного хозяйства, началось планирование этой деятельности. С тех пор Р. Руухиярви постоянно участвовал в работе более 30 различных комитетов и рабочих групп по вопросам охраны окружающей среды в этом министерстве, а позднее в Министерстве окружающей среды и правительстве страны. Двенадцать лет он был председателем Союза охраны природы Финляндии, которая через общественное мнение, вместе с другими неправительственными организациями, оказывала большое влияние на развитие охраны природы. При решении этих вопросов на разных уровнях Р. Руухиярви всегда занимал принципиальные позиции, обладая большим авторитетом, много сделал для охраны природы своей страны. В 80-е гг. он возглавлял Комиссию по наукам об окружающей среде в Академии наук Финляндии, которая активно способствовала организации и развитию этих исследований и их кооперации с соседними странами.

Очень важен вклад Р. Руухиярви в развитие российско-советского научно-технического сотрудничества. В 1978 г. он был включен в рабочую группу по охране природы советско-финляндской комиссии по науке и технологиям. В рамках этого сотрудничества с 1985 по 2002 г. он возглавлял с финляндской стороны российско-финляндскую комиссию по вопросам охраны окружающей среды при Министерстве окружающей среды Финляндии. Под эгидой этой комиссии началось и успешно развилось научное сотрудничество и природоохранная деятельность специалистов и организаций Финляндии и ряда регионов Европейского Севера России. Особенно тесной и успешной она была в Республике Карелия, где уже с середины 80-х гг. начались совместные проекты Института окружающей среды и ряда университетов Финляндии как с Карельским научным центром РАН, так и с Министерством экологии республики. Благодаря активности и авторитету Р. Руухиярви в 1985 г. был создан заповедник «Костомукшский», а затем в начале 90-х гг. первый российско-финляндский парк Дружбы, включающий этот заповедник и пять ООПТ на финской стороне. Большие усилия он приложил и для создания в Карелии в 90-е гг. крупных национальных парков «Водлозерский» и «Паанаярви», а в 2007 г. – «Калевальский».

За последние 20 лет только в Карелии осуществлено несколько крупных совместных проектов, проведено более 10 симпозиумов, экскурсий, опубликованы крупные монографии и книги. В процессе совместных работ родилась идея создания Зеленого пояса Фенноскандии, который стал объектом межгосударственного сотрудничества и готовится для номинирования как объект природного наследия ЮНЕСКО. Такое сотрудничество развивается и с Архангельской, Вологодской и Ленинградской областями, с Республикой Коми. Р. Руухиярви и сейчас часто является инициатором и участником совместных российско-финляндских проектов и экспедиций.

Р. Руухиярви за выдающиеся достижения в области изучения и охраны окружающей среды удостоен наград UNEP Global 500 Awards (1988), а также ряда финских фондов и WWF. Он избран почетным доктором Университета Йоэнсуу, почетным председателем Союза охраны природы Финляндии, а также почетным членом Финского торфяного общества (FPS) и Международной группы охраны болот (IMCG).

Необходимо отметить теплое и дружеское отношение Р. Руухиярви ко всем коллегам, особенно молодым начинающим исследователям, которым он всегда старается помочь. Находясь на заслуженном отдыхе, по мере своих сил он участвует во многих мероприятиях, направленных на развитие научного сотрудничества и охраны природы в Фенноскандии и на Европейском Севере. Желаем дорогому юбиляру творческого долголетия и активности в любимом деле на благо охраны природы.

Р. Хейккиля, Т. Линдхольм,
П. Салминен, О. Кузнецов

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ РАУНО РУУХИЯРВИ

Ruuhijärvi R. Eriophorum L. // Jalas J. (ed.) Suuri Kasvikirja [Great book of Finnish Flora]. 1958. Vol. I. P. 546–562.

Ruuhijärvi R. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore (Dissertation) // Ann. Bot. Soc. Vanamo. 1960. Vol. 31(1). P. 1–360.

Ruuhijärvi R., Eurola S. Über die regionale Einteilung der finnischen Moore // Archivum Soc. Vanamo. 1961. Vol. 16 (Suppl.). P. 49–63.

Ruuhijärvi R. Über die Palsamoore und deren Morphologie im Lichte der Pollenanalyse // Terra. 1962. 74. P. 58–68.

Ruuhijärvi R. Drepanocladus lapponicus (Norrl.) Z. Smirn. in Finnland // Archivum Soc. Vanamo. 1962. Vol. 17, N 4. P. 218–227.

Ruuhijärvi R. Zur Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Hochmoore // Ann. Botanici Soc. Vanamo. 1963. Vol. 34, N 2. P. 1–40.

Häyrinen U., Ruuhijärvi R. Etelä-Suomen soiden säilytyssuunnitelma [Conservation plan for mires in southern Finland] // Suomen Luonto. 1966. Vol. 25. P. 35–48.

Häyrinen U., Ruuhijärvi R. Pohjois-Suomen soiden säilytyssuunnitelma. (Summary: Conservation plan for the wetlands of northern Finland.) // Suomen Luonto. 1969. Vol. 28. P. 116–146.

Ruuhijärvi R. Suoluonto ja luonnonsuojelu Suomessa [Mires and mire conservation in Finland] // Suo. 1970. Vol. 21. P. 46–51.

Ruuhijärvi R. Multiple use of peatlands in Finland with special reference to their conservation // Proc. of the 4th Int. Peat Congress. 1972. Vol. 1. P. 191–202.

Ruuhijärvi R. A general description of the oligotrophic lake Pääjärvi, southern Finland, and the ecological studies on it // Ann. Botanici Fennici. 1974. Vol. 11. P. 95–104.

Ruuhijärvi R. Soiden karpalosadoista. (Summary: On the cranberry yields on peatlands.) // Suo. 1974. Vol. 25, N 2. P. 25–30.

Ruuhijärvi R., Kukko-oja K. Kemihaaran allasalueen luonto [Nature in the planned Kemihaara reservoir area, Northern Finland] // Vesihallitus, Tiedotus. 1975. Vol. 87. P. 1–177+20 p.

Ruuhijärvi R., Tolonen K. Standard pollen diagrams from the Salpausselkä region of Southern Finland // Ann. Botanici Fennici. 1976. Vol. 13. P. 155–196.

Ruuhijärvi R. Soidensuojelun perusohjelma. (Summary: Basic plan for peatland preservation in Finland.) // Suo. 1978. Vol. 29. P. 1–10.

Pakarinen P., Ruuhijärvi R. Ordination of northern Finnish peatland vegetation with factor analysis and reciprocal averaging // Ann. Botanici Fennici. 1978. Vol. 15. P. 147–157.

Ruuhijärvi R., Häyrinen U. (eds.) Suot [Mires]. Suomen luonto 3 [Book on Finnish nature 3]. Helsinki: Kirjayhtymä, 1980. 347 p.

Ruuhijärvi R. The Finnish mire types and their regional distribution // Gore A. J. P. (ed.) Ecosystems of the world 4A. Elsevier, 1983. P. 46–67.

Ruuhijärvi R., Häyrinen U. (eds.) Ympäristönsuojelu I [Textbook on Environmental Conservation, part I]. Helsinki: Kirjayhtymä, 1983. 354 p.

Ruuhijärvi R., Häyrinen U. (eds.) Ympäristönsuojelu II [Textbook on Environmental Conservation, part II]. Helsinki: Kirjayhtymä, 1984. 488 p.

Ruuhijärvi R. Vegetation and flora. Mire vegetation // Alalammi P. (ed.) Atlas of Finland. 5th edition, Biogeography Nature conservation. 1988. P. 141–143. English appendix. P. 2–4. National board of survey and Geographical society of Finland.

Ruuhijärvi R., Hosiaisluoma V. Mires 1:1000000 (Map). Atlas of Finland. 1988. P. 141–143. Appendix 2.

Ruuhijärvi R. Soidensuojelun kehitys Suomessa. (Abstract: The development of mire preservation in Finland.) // Suo. 1989. Vol. 40. P. 93–98.

Ruuhijärvi R., Lindholm T. Ecological gradients as the basis of Finnish mire type system // The Finnish Environment. 2006. Vol. 23. P. 119–126.

Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 153–160

ТАТЬЯНА КОРНЕЛЬЕВНА ЮРКОВСКАЯ
(к 80-летию со дня рождения)



Татьяна Корнельевна Юрковская – ведущий российский болотовед, геоботаник-картограф – родилась 4 сентября 1930 г. в г. Ленинграде. В 1948 г. поступила на биологический факультет Ленинградского государственного университета и уже на первом курсе решила, что будет геоботаником. Встреча в годы учебы с крупнейшими болотоведами страны (И. Д. Богдановской-Гиенэф, А. А. Ниценко, а также Е. А. Галкиной, работавшей тогда в Ботаническом институте АН СССР) и классиками гидрологии болот (К. Е. Ивановым, В. В. Романовым) предопределила выбор Татьяной Корнельевной болот как объекта исследований на многие годы. Ее однокурсницей оказалась в будущем известный болотовед М.С. Боч, с которой они начали изучение болот Ленинградской области, а затем и Карелии во время летних практик и экспедиций.

Уже в 1952 г. Татьяна Корнельевна участвовала в болотной экспедиции в Карелию (Лижма, Заонежье) под руководством лауреата Государственной премии СССР Е. А. Галкиной. Эта и последующие экспедиции в Карелии стали школой по полевому исследованию болот как для Т. К. Юрковской и М. С. Боч, так и для целой группы молодых сотрудников и аспирантов (Н. В. Лебедевой, Р. П. Тихоновой-Козловой, Г. А. Елиной, Н. И. Ронконен) созданного в 1951 г. сектора болотоведения и мелиорации Карельского филиала АН СССР. Как пишет сама Татьяна Корнельевна[1], «именно Е. А. Галкина научила их дешифрированию аэрофотоснимков, под ее руководством они начали делать первые доклады. Каждый из молодых сотрудников и аспирантов по очереди назначался начальником болота, он должен был наметить профили, пункты бурения и геоботанических описаний, распределить людей, а затем сделать общее описание болотного массива, заполнив бланк болотного ландшафта и сопроводив его картой. В один из вечеров следовал доклад и его обсуждение всеми участниками экспедиции».

В 1953 г. после окончания университета Татьяна Корнельевна поступила в аспирантуру Института биологии КФ АН СССР, в 1959 г. защитила кандидатскую диссертацию «Растительность болот средней Карелии» под научным руководством Е. А. Галкиной.

В 1956 г. после окончания аспирантуры Татьяна Корнельевна была принята в лабораторию болотоведения и мелиорации, в которой работала до 1968 г. В воспоминаниях Татьяна Корнельевна пишет: «В Петрозаводске я проработала 11 лет, и это была великолепная школа для творчества, для развития самостоятельности мышления, для умения работать в коллективе. Полагаю, что именно Петрозаводску, Институту биологии, его коллективу, директору С. Н. Дроздову, ученому секретарю А. А. Комулайнен и, конечно, профессору В. П. Дадыкину я обязана своим становлением как ученого. Многим я обязана и моим коллегам по лаборатории болотоведения и мелиорации, ее заведующему

[1] В статье использованы автобиографические воспоминания Т. К. Юрковской.

Л. Я. Лепину, М. Н. Никонову, И. М. Нестеренко, Г. А. Елиной, Н. И. Ронконен, А. А. Беловой, а также некоторым старшим коллегам из других подразделений: З. И. Филимоновой, Т. А. Барской, В. И. Волковой». Татьяна Корнельевна быстро включилась в активную жизнь коллектива института, после защиты диссертации стала членом Ученого совета, членом редколлегии ежегодных изданий по результатам деятельности института, председателем профбюро, вошла в число ведущих сотрудников института и в 1965 г. получила звание и диплом старшего научного сотрудника. Про разнообразную активную жизнь в Карельском филиале АН СССР Татьяна Корнельевна вспоминает так: «Участвовала в лыжных походах и соревнованиях. Под руководством известного этнографа-топонимиста Г. Керта занималась в группе настольного тенниса КФ, совершенствовала немецкий язык в филиальском кружке. Особенно активной стала научная жизнь с приходом В. П. Дадыкина на должность Председателя Президиума КФ АН СССР. Это был человек широкого размаха, большой эрудиции и смелости. К сожалению, он родился не в то время и руководил не долго, но его дела живы до сих пор».

Все летние сезоны проходили в экспедициях по разным районам Карелии. Большое внимание Т. К. Юрковская уделяла составу флоры мхов, печеночников и лишайников болот Карелии, выявила целый ряд редких видов сфагновых мхов в республике, первая начала исследования фауны болотных водоемов. При проведении своих научных работ активно сотрудничала с коллегами из БИН АН СССР, отдела водных проблем КФ АН СССР. В результате многоплановых исследований природы болот сформировались научные интересы Т. К. Юрковской**,** которые направлены в основном на географию и типологию болот, классификацию растительности. Это позволило коллективу лаборатории болотоведения на основе методических разработок Татьяны Корнельевны создать среднемасштабную (1:600000) карту растительности болот Карелии, завершенную в 1968 г. Это была первая в СССР среднемасштабная карта растительности болот с четко разработанной системой соподчиненных картографируемых единиц, которая получила высокую оценку специалистов-картографов.

В 1968 г. по приглашению академика Е. М. Лавренко Татьяна Корнельевна перешла на работу в Ботанический институт АН СССР им. В.Л. Комарова в лабораторию географии и картографии растительности. Работа в БИНе потребовала от Т. К. Юрковской включения в новую тематику, посвященную вопросам геоботанического картографирования обширных регионов и всей территории СССР, а также Европы. Она вошла в авторские и редакторские коллективы ряда карт растительности СССР, европейской части СССР, Нечерноземной зоны РСФСР, Европы, а также серии карт для вузов, различных атласов. Во всех этих коллективных работах Татьяна Корнельевна всегда в первую очередь разрабатывала легенды для картирования болот, при этом занималась и другими типами растительности. Пояснительные записки к ряду таких карт явились самостоятельными монографиями, активно используемыми по настоящее время.

С 1989 по 2006 г. Татьяна Корнельевна возглавляла лабораторию географии и картографии растительности. Несмотря на трудное время, коллектив лаборатории успешно работал, участвуя в крупных международных картографических проектах, таких как «Карта восстановленной растительности Восточной Европы», «Карта естественной растительности Европы», «Карта растительности Арктики» и др. Был осуществлен также ряд проектов в содружестве и под руководством лаборатории карт и атласов МГУ. Эти исследования получали поддержку в РФФИ, по программам Президиума РАН, С.-Петербургского научного центра РАН и международных фондов. Татьяна Корнельевна много сил и энергии отдавала подготовке и изданию ежегодника «Геоботаническое картографирование», который выходит до сих пор. Соредактором ежегодника Т. К. Юрковская является с 1990 г.

Все годы, наряду с активной работой по своей тематике и публикацией многочисленных результатов, Татьяна Корнельевна большое внимание уделяла анализу состояния геоботанического картографирования в отдельных странах и в мире в целом. Этому посвящены ее многочисленные обзоры и рецензии на страницах «Геоботанического картографирования» и «Ботанического журнала», этому способствовало активное сотрудничество с зарубежными коллегами и участие во многих международных конференциях, продолжающееся и по сегодняшний день.

Работая в БИНе, Татьяна Корнельевна ежегодно организовывала экспедиции в различные регионы страны, исследуя не только свои любимые болота, но и другие типы экосистем. Полученные знания послужили основой для создания различных карт растительности. Результатом многолетних исследований болот России явилась докторская диссертация «Структура, география и картография растительности бо-

лот европейской части СССР», которую Татьяна Корнельевна успешно защитила в 1986 г. За многие годы работы сделаны многочисленные ботанические находки и ботанико-географические открытия, среди которых наиболее важными, по мнению самой Т.К. Юрковской, являются обнаружение распространения аапа болот по всей бореальной зоне европейской части России, а также выявление полигональных болот в Малоземельской тундре. Таким образом, была пересмотрена география распространения этих типов болот в России. В последние годы Татьяна Корнельевна убедительно показала широкое распространение аапа болот и в Западной Сибири, а также создала оригинальную аналитическую карту растительности болот России, на основе которой выполнила широтную дифференциацию типов болот в пределах меридиональных (долготных) секторов. Результаты исследований опубликованы Т. К. Юрковской более чем в 290 работах, среди которых несколько монографий, главы и разделы во многих коллективных монографиях, десятки геоботанических карт, а также многочисленные статьи в различных изданиях в России и за рубежом, основные из них приводятся в конце статьи.

За многие годы работы Татьяны Корнельевны в БИНе ее полевые маршруты неоднократно пролегали по Карелии, а сотрудничество с коллегами болотоведами из Петрозаводска никогда не прерывалось. Наиболее тесные контакты и дружба сохраняются с Г.А. Елиной, совместно с которой опубликованы две крупные монографии в 2000 и 2009 г. (одна из них переведена на английский язык и издана в 2010 г. Институтом окружающей среды Финляндии), целый ряд статей. Татьяна Корнельевна внимательно следит за развитием ботанической науки в Карелии и всячески поддерживает молодых исследователей. Она выступает принципиальным, но всегда доброжелательным, официальным оппонентом многих кандидатских и докторских диссертаций ботаников и экологов как из Карелии, так и из других регионов, рецензирует издания Карельского научного центра РАН.

Татьяна Корнельевна уделяет большое внимание подготовке научных кадров. Она читала ряд курсов лекций в Петрозаводском, Ленинградском и Калининградском университетах, под ее руководством защищены несколько кандидатских диссертаций. За консультациями к Татьяне Корнельевне едут исследователи из многих регионов страны, она сама с удовольствием выезжает с ними на болота для обучения методам исследований. В последние годы объектами таких поездок были болота Республики Коми, Архангельской области и Западной Сибири. Она всегда активно участвовала и участвует в общественной и научной жизни коллективов, в которых работала, была в организационных комитетах ряда международных и всероссийских конференций. Уже 15 лет Т. К. Юрковская возглавляет активно работающую секцию болотоведения Русского ботанического общества. В рамках секции за последние годы проведено несколько чтений и семинаров, посвященных памяти и научному наследию лауреата Государственной премии СССР Е. А. Галкиной (1897–1994), ставших уже традиционными для болотоведов, ландшафтоведов и геоботаников России. По материалам первых юбилейных чтений 2007 г. под редакцией Татьяны Корнельевны в 2010 г. опубликован большой сборник статей «Направления исследований в современном болотоведении России», дающий достаточно полное представление о состоянии и проблемах болотоведения в нашей стране. В 2006 г. Т. К. Юрковская первой из российских болотоведов избрана почетным членом Международной группы охраны болот (IMCG).

От всей души хочется пожелать юбиляру творческого долголетия, новых успехов и активного сотрудничества с российскими и зарубежными коллегами.

О. Л. Кузнецов

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ Т. К. ЮРКОВСКОЙ

1956. Об одном интересном типе болот Карелии // Ботан. журн. Т. 41, № 11. С. 1631–1633. (Совместно с М. С. Боч.)

1958. О ключевых болотах Карелии // Ботан. журн. Т. 43, № 4. С. 544–548.

1959. Краткий очерк растительности болот средней Карелии // Торфяные болота Карелии. Петрозаводск: Карельск. книжн. изд-во. С. 108–124.

1962. Болотные районы средней Карелии // Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. М.; Л.: Наука. С. 59–69.

1963. Изменение растительного покрова переходных болот южной Карелии под влиянием осушения // Уч. зап. ТГУ. Вып. 145. Тарту. С. 337–346.

К экологии и географии *Sphagnum subfulvum Sjörs* в Карельской АССР // Ботан. журн. Т. 48, № 12. С. 1837–1838.

1964. К вопросу изучения биоценозов ультрадистрофных водоемов болот южной Карелии // Уч. зап. Карел. гос. пед. ин-та. Т. 15. Биол. науки. Петрозаводск. С. 97–103.

К флоре мхов и лишайников прибеломорских болот в бассейне рек Нюхчи и Сумы // Науч. конф. по итогам работ Ин-та биологии за 1963 г.: Тез. докл. Петрозаводск: изд-во КФ АН СССР. С. 51–52. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Сопоставление болотных районов Карелии, Кольского полуострова и Финляндии // Ботан. журн. Т. 49, № 4. С. 980–988. (Совместно с М. С. Боч.)

Типы болот Лоухского района КАССР // Учен. зап. Петрозаводск. ун-та. Т. 12. Вып. 2. С. 34–71.

1965. О прибеломорских болотах Карелии // Ботан. журн. Т. 50, № 4. С. 486–497. (Совместно с Г. А. Елиной.)

1967. Карта растительности болот Карельской АССР. М 1: 600 000 (северный лист). Петрозаводск. Фонды КарНЦ РАН. 1 л. (Совместно с Г. А. Елиной.)

О некоторых малоизученных видах сфагновых мхов Карелии // Природа болот и методы их исследований. Л.: Наука. С. 85–89.

Пояснительный текст к карте растительности болот Карелии. Петрозаводск. Фонды КарНЦ РАН. 150 с. (Совместно с Р. П. Козловой.)

1968. О некоторых принципах построения легенды карты растительности болот // Геоботаническое картографирование 1968. Л.: Наука. С. 44–51.

1969. О болотных системах волнистых равнин северной Карелии // Ботан. журн. Т. 54, № 5. С. 706–711.

1970. Из опыта крупномасштабного картографирования растительности болот северной Карелии // Крупномасштабное картографирование растительности. Новосибирск: Наука. С. 139–146.

Карта растительности СССР. М 1 : 2 500 000 (принципы, методы, состояние работы по европейской части страны) // Ботан. журн. Т. 55, № 11. С. 1634–1643. (Совместно с А. А. Гербихом, С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко и др.)

Легенда к «Карте растительности европейской части СССР» в пределах Восточно-Европейской равнины // Ботан. журн. Т. 55, № 11. С. 1643–1662. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, А. С. Карпенко и др.).

1971. О биоценозах некоторых типов водоемов прибеломорских болот в бассейне реки Нюхчи // Болота Карелии и пути их освоения. Петрозаводск: Карелия. С. 80–88. (Совместно с З. И. Филимоновой.)

Растительность и стратиграфия болотных массивов в камовом рельефе у Луусальмы (северная Карелия) // Очерки по растительному покрову Карельской АССР. Петрозаводск: Карелия. С. 95–102. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Схема болотного районирования северной Карелии // Там же. С. 177–193.

1973. Основные типы сочетаний растительности Мещеры и отражение их на карте // Геоботаническое картографирование 1973. Л.: Наука. С. 3–16. (Совместно с Т. И. Исаченко.)

1974. Структура растительного покрова северо-запада Карелии на примере окрестности озера Контокки // Пути изучения и освоения болот Северо-Запада европейской части СССР. Л.: Наука. С. 32–36.

Типы болотных массивов на обзорной карте растительного покрова лесной зоны европейской части СССР // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука. С. 57–62.

1975. География растительного покрова типов болотных массивов европейской части СССР // Ботан. журн. Т. 60, № 9. С. 1251–1264.

Карта растительности европейской части СССР. М 1 : 1 000 000: Канино-Тиманская и Малоземельская тундра (западная часть Ненецкого национального округа). М.: ГУГК. 1 л. (Совместно с С. А. Грибовой, В. В. Липатовой, А. А. Гербихом.)

Карта растительности европейской части СССР. М 1 : 1 000 000. Лист О-36. М.: ГУГК 1 л. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Г. Д. Катениной и др.).

Карта растительности европейской части СССР. М 1 : 1 000 000. Лист О-37. М.: ГУГК. 1 л. (Совместно с Т. Г. Абрамовой, С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко и др.)

Растительность европейской части СССР и Закавказья (проект легенды обзорной «Карты растительности европейской части СССР») // Геоботаническое картографирование 1975. Л.: Наука. С. 3–58. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, А. С. Карпенко и др.)

1976. Геоботаническая карта Нечерноземной зоны РСФСР. М 1 : 1 500 000. М.: ГУГК. 4 л. (Совместно с Т. И. Исаченко, А. С. Карпенко, С. А. Грибовой и др.).

1977. Болота бассейна реки Сулы (геоботанический очерк) // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. Л.: Наука. С. 59–68.

Картография и география растительности на XXIII Международном географическом конгрессе и VIII Международной картографической конференции // Геоботаническое картографирование 1977. Л.: Наука. С. 70–79.

1978. Вопросы генезиса болот и динамика растительного покрова в работах советских болотоведов // Генезис и динамика болот. Вып. 1. М.: МГУ. С. 6–9.

Динамика растительного покрова некоторых приозерных болот Карелии // Там же. С. 60–63.

Новая топологическая карта болот Западной Сибири // Геоботаническое картографирование 1978. Л.: Наука. С. 49–52.

1979. Карта растительности европейской части СССР. М 1 : 2 500 000. М.: ГУГК. 6 л. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, А. С. Карпенко и др.)

Botanical-geographic classification of mire complexes of the European part of the USSR // Classification of peat and peatlands: Proc. of the Inter. Symposium, Hyytiäla, Finland. Helsinki: IPS. P. 12–19.

1980. Болота // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука. С. 300–345.

Верховые болота на левобережье Северной Двины // Ботан. журн. Т. 65, № 7. С. 958–970. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Растительность и стратиграфия типов верховых и аапа-болот Северо-Востока европейской части СССР // Болота Европейского Севера. Структура, генезис, динамика. Петрозаводск: КФ АН СССР. С. 18–42.

1981. Карты растительности и функций растительного покрова как основа программы оптимизации ландшафта // Геоботаническое картографирование 1981. С. 63–66. (Совместно с С.А. Грибовой.)

Печеночные мхи в районе среднего течения р. Сулы (Малоземельская тундра) // Новости сист. низш. раст. Л: Наука. Т. 18. С. 208–212. (Совместно с А. Л. Жуковой, С. А. Грибовой.)

Сопряженный анализ болот и прилегающих к ним территорий на примере некоторых лесо-болотных сочетаний Карелии // Антропогенные изменения растительности болот и прилегающих территорий. Минск: Наука и техника. С. 176–181.

1983. Структура и динамика растительного покрова грядово-мочажинных комплексов некоторых типов болот // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР. С. 38–51.

1984. Карта растительности европейской части СССР. М 1 : 2 000 000 для высшей школы // Геоботаническое картографирование 1984. Л.: Наука. С. 3–9. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Т. В. Котовой и др.)

К географии полигональных болот в европейской части СССР // География и природные ресурсы. № 2. С. 41–46. (Совместно с С. А. Грибовой.)

Картографирование растительности ФРГ в среднем масштабе // Геоботаническое картографирование 1984. Л.: Наука. С. 60–67.

Местонахождения некоторых растений на болотах Архангельской области // Ботан. журн. Т. 69, № 10. С. 1411–1413.

1985. О международном коллоквиуме по мелкомасштабному картографированию растительности // Геоботаническое картографирование 1985. Л.: Наука. С. 73–78. (Совместно с К. В. Мельницкой, И. Т. Федоровой.)

Карта растительности европейских стран – членов СЭВ. Общие положения. Легенда // Там же. С. 1–34. (Совместно с И. Бондевым, А. Борхиди, Г. Гофманном и др.)

1986. Картографический метод исследования болот и его значение для выбора объектов охраны // Методы изучения болот и их охрана. Вильнюс. С. 70–75.

Новая обзорная карта растительности СССР // Геоботаническое картографирование 1986. Л.: Наука. С. 3–13. (Совместно с А. В. Беловым и др.)

1987. Анализ некоторых сфагновых сообществ аапа болот Карелии // Ботан. журн. Т. 72, № 6. С. 782–793.

Карта растительности для вузов – новый этап обзорного геоботанического картографирования // Новые карты для высшей школы. М.: МГУ. С. 92–103. (Совместно с С. А. Грибовой, З. В. Карамышевой, Т. В. Котовой.)

Карта растительности европейской части СССР и Кавказа для высшей школы. М 1 : 2 000 000. М.: ГУГК. 4 л. (Совместно с С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Т. В. Котовой, В. В. Липатовой.)

Sphagnum subfulvum (Sphagnaceae) на аапа болотах онежско-печорского типа // Ботан. журн. Т. 72, № 3. С. 316–318. (Совместно с Л. А. Волковой.)

1988. Болотные экосистемы низкогорий северной тайги // Болотные экосистемы европейского Севера. Петрозаводск: КНЦ АН СССР. С. 5–24. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Карта растительности Европы и вопросы классификации // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука. С. 3–13. (Совместно с С. А. Грибовой, З. В. Карамышевой, Р. Нейхейслом.)

Картографирование растительности болотных систем // Геоботаническое картографирование 1988. Л.: Наука. С. 13–28.

К бриофлоре бассейна Пинеги // Новости систем. низш. раст. Т. 25. С. 175–180. (Совместно с Л. А. Волковой.)

К характеристике сообществ с господством Sphagnum fuscum на аапа болотах Карелии // Ботан. журн. Т. 73, № 6. С. 850–857.

Региональная дифференциация заболоченных земель Канады и ее отражение на кар-

тах // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука. С. 62–66.

Mires on the vegetation map of Europe // Proc. VIII Internat. Peat Congress. Section 1. Л.: Внешторгиздат. С. 57–61. (Совместно с K. Rybničhek.)

1989. Болота // Методические указания по картам для высших учебных заведений. Вып. 1. Растительность СССР. М 1 : 4 000 000. М.: МГУ. С. 42–45.

Возможна ли детальная реконструкция палеорастительности болот? // Структура и развитие болотных экосистем и реконструкция палеогеографических условий. Таллинн. С. 65–69. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л.: Наука. 64 с. (Совместно с В. Д. Александровой и др.)

Карта растительности Карелии. М 1 : 2 000 000 // Атлас Карельской АССР. М.: ГУГК. С. 21.

Растительность и палеогеография лесных и болотных экосистем правобережья р. Пинеги (Архангельская обл.) // Ботан. журн. Т. 74, № 12. С. 1711–1723. (Совместно с Г. А. Елиной и В. А. Климановым.)

1990. Карта растительности СССР для высшей школы. М 1: 4 000 000. М.: ГУГК. 4 л. (Кол. авторов.)

Особенности флоры листостебельных мхов болот европейской северной тайги // Новости сист. низш. раст. Т. 27. Л.: Наука. С. 157–162.

1992. География и картография растительности болот европейской России и сопредельных территорий. С.-Петербург (Тр. БИН, вып. 4). 256 с.

Крупномасштабное картографирование палеорастительности голоцена // Геоботаническое картографирование 1991. СПб: Наука. С. 3–12. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Ботан. журн. Т. 77, № 7. С. 120–124. (Совместно с Г. А. Елиной.)

1993. Рыжепушицево-сфагновые сообщества у юго-западной границы ареала // Ботан. журн. Т. 78, № 4. С. 113–116.

Опыт классификации травяных и травяно-гипновых сообществ аапа болот // Вопросы классификации болотной растительности. СПб: Наука. С. 119–123.

Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 7–36.

Широтная дифференциация растительности вдоль российско-финской границы // Ботан. журн. Т. 78, № 12. С. 72–98. (Совместно с И. И. Паянской-Гвоздевой.)

1994. Современное состояние и перспективы геоботанического картографирования в Ботаническом институте РАН // Геоботаническое картографирование 1992. СПб: Наука. С. 3–20. (Совместно с С. С. Холодом.)

1995. Ботанические карты в атласе Финляндии // Геоботаническое картографирование 1993. СПб: Наука. С. 69–72.

Высшие единицы классификации растительности болот // Ботан. журн. Т. 80, № 11. С. 28–34.

Карта растительности Европы: История проекта и современное состояние // Ботан. журн. Т. 80, № 10. С. 14–23. (Совместно с З. В. Карамышевой, З. Нейхейсл.)

Bogs and fens on the vegetation map of Europe // Gunneria. Vol. 70. Trondheim. P. 67–72. (Совместно с K. Rybničhek.)

Mire system typology for use in vegetation mapping // Gunneria. Vol. 70. Trondheim. P. 73–82.

Use of remote and ground methods to assess the impacts of smelter emissions in the Kola Peninsula // The Science of the Total Environment. Elsevier. T. 160/161. P. 285–295. (Совместно с E. N. Andreeva, A. A. Buznikov, I. I. Payanskaya-Gvozdeva.)

1996. Принципы составления карты растительности европейско-западносибирских тундр. М 1 : 7 500 000 // Геоботаническое картографирование 1994–1995. СПб: БИН. С. 34–44. (Совместно с И. С. Ильиной, В. П. Денисенко.)

Cartographic and botanical-geographic analysis of the zonal and regional distribution of mires at the territories of former Soviet Union // 10-th IPI Congress: Papers. Vol. 2. Stuttgart. P. 75–79.

Map of reconstructed vegetation of Central and Eastern Europe. Scale 1 : 2 500 000. S.-Petersburg: Komarov Botanical Inst. 6 л. (Кол. авторов.)

1997. Вклад В. Б. Сочавы в развитие картографии // Геоботаническое картографирование 1996. СПб: БИН. С. 3–12. (Совместно с И. С. Ильиной.)

К созданию новой обзорной карты растительности Азии. М 1: 4 000 000 // Геоботаническое картографирование 1996. СПб: БИН. С. 56–63. (Совместно с И. Н. Сафроновой, И. С. Ильиной, Р. В. Камелиным и др.)

1998. The regional and local features of the leafy moss flora in northern taiga mires of European Russia // Ботан. журн. Т. 83, № 5. С. 46–50.

La structure de la vegetation des tourbieres dans les montagnes de la taiga du nord en Russie europeenne // Ecologie. T. 29. F. 1–2. P. 221–226.

1999. Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий. М 1 : 8 000 000 [карта].

2 л. М.: ЭКОР. (Совместно с И. Н. Сафроновой, И. М. Микляевой, Г. Н. Огуреевой.)

Карта «Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий». М 1 : 8 000 000. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: МГУ. 64 с. (Совместно с И. Н. Сафроновой, И. М. Микляевой, Г. Н. Огуреевой.)

Фитоэкологическое картографирование и его актуальные проблемы // Ботан. журн. Т. 84, № 12. С. 1–7. (Совместно с И. С. Ильиной.)

2000. Лаборатория географии и картографии растительности Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН перед началом третьего тысячелетия // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб: БИН. С. 20–24.

Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск: КарНЦ РАН. 242 с. (Совместно с Г. А. Елиной, А. Д. Лукашовым.)

Региональная дифференциация растительного покрова верховых болот России // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. Петрозаводск. С. 35–37.

Moen A. National Atlas Norway: Vegetation. Norwegian mapping Authority / Hønefoss. 1999. 200 h. (А. Моен. Национальный атлас Норвегии. Растительность Хенефосс. 1999. 200 с.) // Ботан. журн. Т. 85, № 6. С. 172–175.

Karte der natürlichen Vegetation Europas. M 1: 2 500 000. Bonn-Bad-Godesberg. 9 л. (Междунар. кол. авторов.)

Karte der natürlichen Vegetation Europas. M 1: 2 500 000. Legende. Bonn-Bad-Godesberg. 153 p. I–XVI. (Междунар. кол. авторов.)

2001. Карта растительности для Национального атласа России // Картография XXI века: теория, методы, практика. Докл. II Всерос. науч. конф. по картографии, посвящ. памяти Александра Алексеевича Лютого (Москва, 2–5 октября 2001 г.). М. С. 570–576.

Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации / Под ред. А. А. Сирина и Т. Ю. Минаевой. М.: ГЕОС. 190 с. (Кол. авторов.)

Фитоэкологическое картографирование на современном этапе // Актуальные проблемы геоботаники. Современные направления исследований в России: методологии, методы и способы обработки материалов. Петрозаводск: ПетрГУ. С. 40–44.

Distribution of ribbed fens and raised bogs in Russia // West siberian peatlands and Carbon Cycle: Past and Present // Proced. of the Intern. Symposium / Noyabrsk. August 18–22. 2001. P. 218–220.

2002. Макроструктура растительного покрова России: анализ карты // Геоботаническое картографирование 2001–2002. СПб. С. 3–15. (Совместно с И. С. Ильиной, И. Н. Сафроновой.)

2003. Верховые болота восточного Прибеломорья как часть единого природно-исторического Поморского региона // Природное и историко-культурное наследие Северной Фенноскандии. Петрозаводск. С. 51–57.

Biodiversity of dystrophic bogs in Russian taiga // The Finnish Environment. T. 485. P. 124–129.

Karte der natürlichen Vegetation Europas. M 1 : 2 500 000 / Erlaeuterungtext. 655 s. (Кол. авторов.)

2004. Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН – центр становления и развития геоботанического картографирования в России // Ботан. журн. Т. 89, № 9. С. 1509–1514.

Raised bogs on the North-East of Europe // Annali di Botanica: nuova serie. Vol. IV. P. 19–28.

2005. Картографический анализ болот северо-востока Карелии // Тр. КарНЦ РАН. Вып. 8. С. 6–14. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Растительность [карта]. М 1 : 15000000 // Национальный атлас России. Т. 1. С. 370–371. (Совместно с И. С. Ильиной, И. Н. Сафроновой.)

Distribution of Mire Types in Russia // Moore von Sibirien bis Feuerland: Stafia T. 85, zugleich Kataloge der Oö Landesmuseen. 35: Neue Serie. Wien. S. 261–274.

2006. Широтная дифференциация болот в пределах меридиональных секторов на западе России // Болотные экосистемы севера Европы: разнообразие, динамика, углеродный баланс, ресурсы и охрана. Петрозаводск. С. 271–279.

Закономерности распространения болот в России // Ботан. журн. Т. 91, № 12. С. 1777–1786.

Растительный покров в притихоокеанской части Северной Евразии на геоботанической карте М 1: 15 000000 для Национального атласа России // Растения в муссонном климате. Матлы 4-й Междунар. конф. Владивосток. С. 3–15. (Совместно с И. Н. Сафроновой.)

Peatlands of North-Eastern Europe and their conservation // Nature Conservation: Concepte and Practice. P. 68–73.

2007. Александр Петрович Шенников 1888–1962. М.: Наука. 114 с. (Совместно с В. И. Василевичем.)

Структура растительности тундры и тайги на карте восстановленной растительности Европы // Геоботаническое картографирование 2007. С. 13–22.

Опыт крупномасштабного картографирования мезотрофных болот бассейна р. Луза // Геоботаническое картографирование. С. 31–37. (Совместно с Н. Н. Гончаровой.)

Геоботаническое картографирование и составление аналитических карт растительности // Актуальные проблемы геоботаники. Лекции. Петрозаводск. С. 43–71.

Геоботаническое картографирование болот Прилузья // Актуальные проблемы геоботаники. III Всерос. школа-конференция. Часть 1. Петрозаводск. С. 155–160. (Совместно с Н. Н. Гончаровой.)

2009. Восстановленная растительность Карелии на геоботанической и палеокартах. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 136 с. + карта. (Совместно с Г. А. Елиной.)

Sphagnum subfulvum (*Sphagnaceae, Bryophyta*) в центре Западной Сибири // Ботан. журн. Т. 94, № 2. С. 132–136. (Совместно с А. И. Максимовым.)

Опыт геоботанического картографирования болот в разных масштабах // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: Мат-лы междунар. науч.-практ. семинара. Минск. С. 73–82.

2010. Late glacial and Holocene palaeovegetation and palaeogeography of Eastern Fennoscandia. [The Finnish Environment 4] Helsinki. 300 p. (Совместно с G. A. Elina, A. D. Lukashov.)

Болота лесостепи на геоботанических мелкомасштабных картах // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны. Вып. 1. Тула. С. 39–46.

Болотные экосистемы бассейна Белого моря // Система Белого моря. Т. 1. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Научный мир. С. 278–300 [глава 14]. (Совместно с О.Л. Кузнецовым.)

Меридиональная зональность и широтная дифференциация растительности болот России // Направления исследований в современном болотоведении России. СПб. С. 165–178.

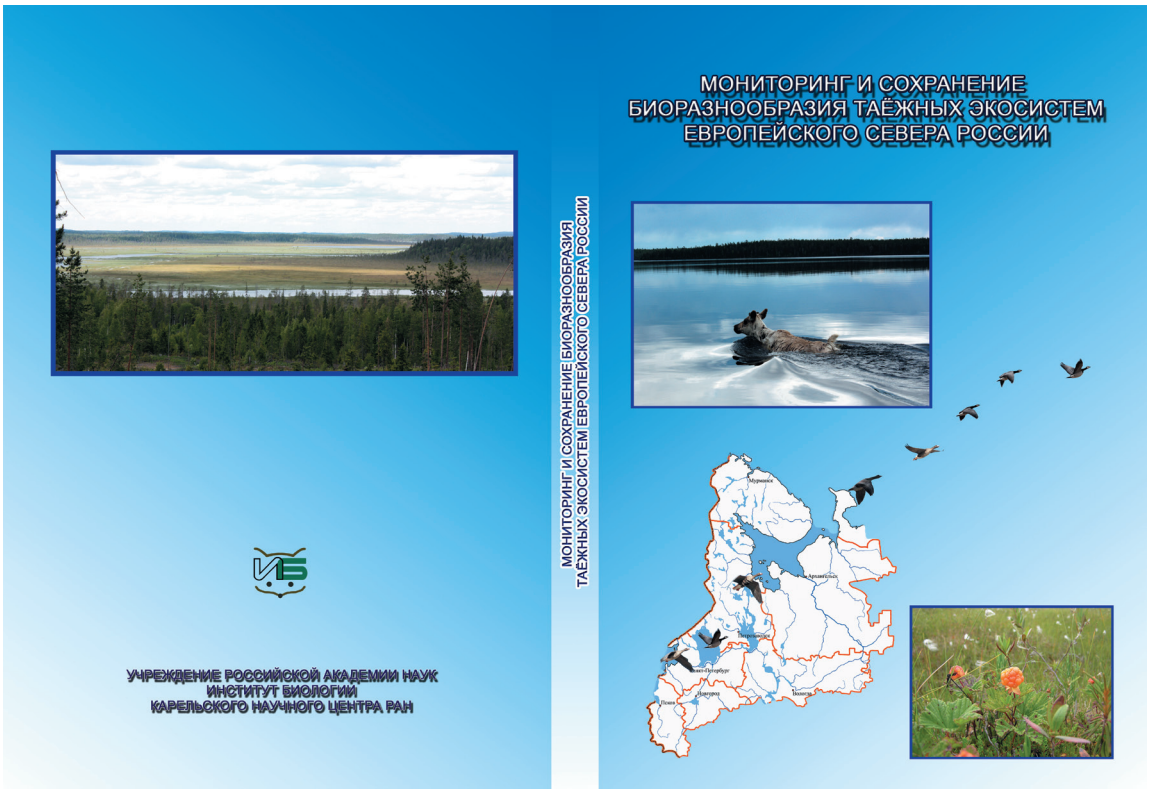
Труды Карельского научного центра РАН
№ 2, 2011. С. 161

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России / Под общей редакцией П. И. Данилова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 310 с.

В монографии обобщены результаты изучения биоразнообразия (видового, популяционного, ценотического) водных, водно-болотных и наземных экосистем Европейского Севера России. В ней обсуждаются структура флоры и фауны, механизмы и закономерности динамики ареалов видов, их обилия, численности, структуры популяций, некоторые особенности антропогенных сукцессий северных экосистем, а также вопросы охраны и восстановления редких представителей растительного и животного мира.

Монография может быть полезна широкому кругу читателей – биологам, специалистам в области природопользования и охраны окружающей среды, преподавателям вузов, аспирантам и студентам.



ПРИЛОЖЕНИЕ
http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук»)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершенных оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегии серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляют за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил ее оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы «Анкеты» и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия «Анкеты» и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее чем через месяц после получения рецензии. Перед сдачей в печать авторам высылается распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Почтовый адрес редакции: 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон: (8142) 780109.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН и другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступна на сайте http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Статьи должны быть подписаны всеми авторами.

Объем рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) не должен превышать: для обзорных статей – 30 страниц, для оригинальных – 25, для сообщений – 15, для хроники и рецензий – 5–6. Объем рисунков не должен превышать 1/4 объема статьи. Рукописи большего объема (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

Рукописи присылаются в электронном виде, а также в двух экземплярах, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку через 1,5 интервала (12 пунктов шрифта типа Times New Roman). Размер полей: сверху, снизу – 2,5 см, справа, слева – 2,5 см. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: УДК курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статьи экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. ВЫВОДЫ. ЛИТЕРАТУРА); благодарности; литература (с новой страницы); таблицы (на отдельном листе); рисунки (на отдельном листе); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью на русском и английском языках; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языках; должности авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи* и содержать не более 8–10 значащих слов.

АННОТАЦИЯ должна быть лишена вводных фраз, содержать только главную информацию статьи, не превышать объем – 15 строк.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой, в конце фразы ставится точка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ должны содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Для фаунистических и флористических работ следует указывать место хранения коллекционных образцов. Если в статье приводятся сведения о новых для исследованной территории таксонах, то желательно и процитировать этикетку. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во Введении. Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более), и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Рыбаков, 1994; Longman, 2001].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, должны быть пояснены в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIFF (*.TIF) или JPG (не встраивать в Word). Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указанием желательного размера рисунка в книге, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физикогеографических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и, желательно, с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicus* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis.*

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения — названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

———————————

*** Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ,** в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

ЛИТЕРАТУРА. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.52008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5. 2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32 : 635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило[1], М. И. Сысоева[1], Г. Н. Алексейчук[2], Е. Ф. Марковская[1]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН
[2] Институт экспериментальной ботаники НАН Республики Беларусь им. В. Ф. Купревича

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: Cucumis sativus L., кратковременное снижение температуры, устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, G. N. Alekseichuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus L.,* temperature drop, resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / Ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / Пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 с.

Несис К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М.: Наука, 1985. 285 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds.: P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in Salmo gairdneri // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, N 4. P. 507–516.

Ссылки на материалы конференций

Марьинских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

Ссылки на авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственновременных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Ссылки на диссертации

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственновременных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. ...канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптикоэлектронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии : материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

Ссылки на интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайновых сервисов // Электрон. биб-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL:
http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/ (дата обращения: 25.11.2006).

Ссылки на электронные ресурсы на CD¬ROM

Государственная Дума, 1999¬2003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия/Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CD¬ROM.

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

СООБЩЕНИЕ ОБ ОШИБКЕ

И. Б. Кучеров
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

В Трудах Карельского научного центра. Серия Биогеография. Вып. 10 в статье И. Б. Кучерова «Проблема консерватизма видового состава растительных сообществ» [2010] автором допущена ошибка в сноске 3 на с. 10. С ошибочной ссылкой на М. Л. Раменскую [1983] для *Sanguisorba polygama* Nyl. приводится неверное число хромосом 2n=56. Между тем все северные расы *S. officinalis* L. s. l., в числе которых и *S. polygama,* относятся к одному и тому же цитотипу с 2n=28. Причины видовых различий между *S. officinalis* и *S. polygama* следует искать не в числе хромосом.

Цитотип 2n=56, наряду с предыдущим, характерен для Южной Фенноскандии, Средней и Южной Европы; в Южной Фенноскандии популяции с 2n=56 приурочены преимущественно к известнякам [Nordborg, 1963].

Литература

Кучеров И. Б. Проблема консерватизма видового состава растительных сообществ // Тр. КарНЦ РАН. 2010. № 1. Сер. Биогеография. Вып. 10. С. 3–15.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.

Nordborg G. Studies in *Sanguisorba officinalis* // Bot. Notis. 1963. Vol. 116, fasc. 2. P. 267–288.

CONTENTS

From editor 3

K. G. Bogolitsyn, N. L. Bolotova, A. N. Gromtsev, P. I. Danilov, S. V. Dyogteva, V. A. Yefimov, V. K. Zhirov, D. N. Kovalyov, A. M. Kryshen', O. L. Kuznetsov, N. K. Maksutova, V. N. Mamontov, V. A. Masloboev, G. A. Noskov, A. I. Taskaev, A. F. Titov. ON THE INTEGRATED INTERREGIONAL SYSTEM OF PROTECTED AREAS IN THE EUROPEAN NORTH 4

E. P. Gnatuyk, A. M. Kryshen', O. L. Kuznetsov. BIOGEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF BORDERLAND KARELIA 12

A. V. Kravchenko. NEW DATA ON THE DISTRIBUTION OF VASCULAR PLANTS IN PASVIK STRICT NATURE RESERVE AND ADJACENT AREAS OF THE MURMANSK REGION 23

A. V. Ruokolainen, V. I. Krutov, Yu. R. Khimich. APHYLLOPHORACEOUS AND PHYTOPATHOGENIC MACRO- AND MICROFUNGI IN FORESTS OF PASVIK STRICT NATURE RESERVE (MURMANSK REGION) 29

S. F. Komulaynen. PHYTOPERIPHYTON IN RIVERS OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA 35

E. A. Borovichev, V. A. Kostina, S. S. Schalygin. SOME IMPORTANT PLANT AREAS OF LAPLAND STRICT NATURE RESERVE (MURMANSK REGION) 48

A. N. Gromtsev, V. V. Belkin, P. I. Danilov, V. I. Krutov, O. L. Kuznetsov, A. V. Ruokolainen, O. O. Predtechenskaya, A. V. Kravchenko, S. V. Sazonov, K. F. Tirronen, D. V. Panchenko, A. V. Polevoi, M. A. Fadeeva, A. E. Humala. CHARACTERISTICS AND ECOLOGICAL ASSESSMENT OF NATURAL COMPLEXES IN THE CENTRAL PART OF THE WEST-KARELIAN UPLAND 56

A. V. Kravchenko, O. L. Kuznetsov. ROLE OF EXISTING AND PLANNED PROTECTED AREAS IN THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA IN CONSERVATION OF NATIONALLY AND REGIONALLY RED-LISTED VASCULAR PLANTS 76

A. Yu. Doronina. FLORA OF THE RAKOVYE OZERA NATURE RESERVE (LENINGRAD REGION) 85

A. I. Maksimov, M. A. Boychuk. DIVERSITY OF MOSSES IN OPERATING AND PLANNED PROTECTED AREAS IN THE KARELIAN PART OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA 100

I. V. Zenkova, V. V. Pozharskaya, B. Yu. Filippov, A. A. Kolesnikova, S. D. Seredyuk. ALTITUDINAL ZONALITY AND BEETLES IN SOILS OF THE KHIBINY MOUNTAINS 107

A. N. Gromtsev, N. V. Petrov, A. V. Tuyunen, V. A. Karpin. STRUCTURE AND DYNAMICS OF PRIMARY AND SECONDARY FORESTS IN THE CENTRAL PART OF THE WEST-KARELIAN UPLAND 119

T. Yu. Khokhlova, A. V. Artemiev. THE IMPORTANCE OF THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA FOR THE CONSERVATION OF THE BIRD FAUNA OF THE NORTHERN TAIGA OF EUROPE 127

RESEARCH METHODS

O. N. Bakhmet, N. G. Fedorets, A. M. Kryshen'. INVESTIGATIONS WITHIN THE INTERNATIONAL PROGRAM ICP-FORESTS IN KARELIA 133

BRIEF COMMUNICATIONS

V. E. Pilipenko. NEW RECORDS OF THE CRANEFLY *TIPULA* (SAVTSHENKIA) *CONFUSA* (DIPTERA, TIPULIDAE) FROM NW RUSSIA 140

A. E. Humala, A. V. Polevoi. RECORDS OF NEW AND REMARKABLE INSECT SPECIES (INSECTA) IN NORTHERN LADOGA AREA 142

CHRONICLE

P. I. Danilov, V. V. Belkin, K. F. Tirronen. 5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM «DYNAMICS OF GAME ANIMALS POPULATIONS IN NORTHERN EUROPE» 145

DATES AND ANNIVERSARIES

R. Heikkilä, T. Lindholm, P. Salminen, O. Kuznetsov. RAUNO RUUHIJÄRVI (ON THE 80TH ANNIVERSARY) 150

O. L. Kuznetsov. TATYANA YURKOVSKAYA (ON THE 80TH ANNIVERSARY) 153

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY 161

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS 162

LETTERS TO THE EDITOR 166

Научное издание

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук

№ 2, 2011
Серия БИОГЕОГРАФИЯ
Вып. 12

Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН

Редактор Л. С. Баранцева
Оригинал-макет Т. Н. Люрина

Подписано в печать 24.06.2011. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 15,2. Усл. печ. л. 19,5.
Тираж 500 экз. Изд. № 199. Заказ 971

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

А. Г. Кижина, Л. Б. Узенбаева, В. А. Илюха, Н. Н. Тютюнник, О. В. Трапезов, Н. Н. Шумилина, Е. Е. Ларина. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕФЕКТА ЛЕЙКОЦИТОВ В ДОМЕСТИЦИРУЕМЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ 62

М. Ю. Крупнова, Н. В. Ильмаст, Н. Н. Немова. АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ В ОРГАНАХ ЩУК (*ESOX LUCIUS* L.), ОТЛОВЛЕННЫХ ИЗ ОЗЕР С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ 69

В. В. Лаврова, М. И. Сысоева, Е. Г. Шерудило, Л. В. Топчиева, Е. М. Матвеева. ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА *ci7* В ЛИСТЬЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ЕЖЕСУТОЧНЫХ СНИЖЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ. 73

О. Н. Лебедева, А. Ф. Титов, Т. С. Николаевская, Е. Б. Стафеева. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ *FESTUCA PRATENSIS* HUDS. С СУПРЕССИРОВАННОЙ ХЛОРОФИЛЛДЕФЕКТНОСТЬЮ 78

И. В. Макеева, С. Н. Коломейчук, Л. В. Топчиева, В. А. Корнева, Н. Н. Немова. СВЯЗЬ ПОЛИМОРФНЫХ МАРКЕРОВ 3111T/C И 843T/C ГЕНА *CLOCK* С РИСКОМ РАЗВИТИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА У ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ 88

О. А. Розенцвет, Е. С. Богданова, С. В. Мурзаева. СОСТАВ ЛИПИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ПАПОРОТНИКА *MATTEUCCIA STHRUTHIOPTERIS*, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАДМИЯ 97

Г. Н. Смоликова. ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ У ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН *BRASICCA OLERACEAE* L. С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОСТАТОЧНЫХ ХЛОРОФИЛЛОВ 105

В. В. Таланова, А. Ф. Титов, Л. В. Топчиева, Н. С. Репкина. ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ИНГИБИТОРОВ У ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ 112

А. Ф. Титов, С. А. Фролова, В. В. Таланова, Ю. В. Венжик. ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА АКТИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И ИНГИБИТОРОВ ТРИПСИНА ПРИ ХОЛОДОВОЙ АДАПТАЦИИ ПШЕНИЦЫ. 117

Н. Н. Фокина, З. А. Нефедова, Н. Н. Немова. БИОХИМИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ МОРСКИХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ К АНОКСИИ (ОБЗОР) 121

К. А. Хмара. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФИТОГОРМОНОВ В КАЛЛУСНОЙ ТКАНИ ПРИ ИНДУКЦИИ ОРГАНОГЕНЕЗА *in vitro* ЗАРОДЫШЕЙ *PICEA ABIES* [L.] KARST. 131

М. В. Чурова, О. В. Мещерякова, Н. В. Ильмаст, Н. Н. Немова. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИГОВ *COREGONUS LAVARETUS* L., ОБИТАЮЩИХ В ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА, ПО НЕКОТОРЫМ БИОХИМИЧЕСКИМ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ 137

Хроника

Е. М. Матвеева. IX симпозиум Российского общества нематологов с международным участием «Нематоды естественных и трансформированных экосистем» (Петрозаводск, 27 июня – 1 июля 2011 г.). 146

Н. Н. Немова. V Российский симпозиум «Белки и пептиды» (Петрозаводск, 8–12 августа 2011 г.) 148

Юбилеи и даты

В. А. Илюха. Николай Николаевич Тютюнник (к 70-летию со дня рождения) 149

Рецензии и библиография 153

Правила для авторов 156

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» **57397**

ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 3, 2011. Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

ISSN 1997-3217

Труды
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 3, 2011

transactions.krc.karelia.ru

Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

И. В. Баишникова, С. Н. Сергина, Т. Н. Ильина, Н. Н. Тютюнник, В. А. Илюха. ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА Е НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ ПЕСЦОВ И ЛИСИЦ 3

В. К. Болондинский, Л. М. Виликайнен. ИССЛЕДОВАНИЕ CO_2-ГАЗООБМЕНА ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ И КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ 2010 г. 12

Е. В. Борвинская, Л. П. Смирнов, И. В. Суховская, Н. Н. Немова. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОН S-ТРАНСФЕРАЗЫ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СЕВЕРНЫХ ВОДОЕМОВ . . . 16

А. Е. Веселов, Д. С. Павлов, М. А. Скоробогатов, Д. А. Ефремов, К. Ю. Потапов. РЕОРЕАКЦИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ГРУПП СЕГОЛЕТОК АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.) 21

А. Е. Веселов, Д. С. Павлов, М. А. Скоробогатов, Д. А. Ефремов, Е. Н. Белякова, К. Ю. Потапов. ОПЫТ ИСКУССТВЕННОЙ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.) В р. СУНЕ (БАССЕЙН ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА) 28

Л. И. Груздева, Е. М. Матвеева, А. А. Сущук. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА ВЫЛУПЛЕНИЕ ЛИЧИНОК КАРТОФЕЛЬНОЙ ЦИСТООБРАЗУЮЩЕЙ НЕМАТОДЫ 39

С. Н. Дроздов, Е. С. Холопцева, Э. Г. Попов. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА НЕТТО-ФОТОСИНТЕЗ КУЛЬТУРЫ ТЕПЛИЧНОГО ОГУРЦА 45

Т. Н. Ильина, Т. Р. Руоколайнен, В. В. Белкин, И. В. Баишникова. ТОКОФЕРОЛ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЯХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗЛИЧНОГО ЭКОГЕНЕЗА 49

Н. М. Казнина, А. Ф. Титов, Г. Ф. Лайдинен, Ю. В. Батова. ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ 57

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

Петрозаводск
2011

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 3, 2011. Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

Главный редактор журнала

А. Ф. Титов

Редакционный совет

В. Т. Вдовицын, Т. Вихавайнен, А. В. Воронин, С. П. Гриппа, Э. В. Ивантер, А. С. Исаев, В. И. Крутов, А. М. Крышень (зам. главного редактора), В. В. Мазалов, Ф. П. Митрофанов, И. И. Муллонен, Н. Н. Немова, В. В. Окрепилов, О. Н. Пугачев, Н. Н. Филатов, А. И. Шишкин, В. В. Щипцов

Editor-in-Chief
A. F. Titov

Editorial Council

V. T. Vdovitsyn, T. Vihavainen, A. V. Voronin, S. P. Grippa, E. V. Ivanter, A. S. Isaev, V. I. Krutov, A. M. Kryshen' (associate editor), V. V. Mazalov, F. P. Mitrofanov, I. I. Mullonen, N. N. Nemova, V. V. Okrepilov, O. N. Pugachev, N. N. Filatov, A. I. Shishkin, V. V. Schiptsov

Редакционная коллегия серии Экспериментальная биология

А. С. Горюнов, В. А. Илюха (зам. отв. редактора), Н. М. Калинкина, О. Н. Лебедева, Е. М. Матвеева, Н. Н. Немова (отв. редактор), Л. Л. Новицкая, Е. К. Олейник, Л. П. Смирнов, М. И. Сысоева (отв. секретарь)

Editorial board of the Experimental biology series

A. S. Goryunov, V. A. Ilyukha (Deputy Editor-in-Charge), N. M. Kalinkina, O. N. Lebedeva, E. M. Matveeva, N. N. Nemova (Editor-in-Charge), L. L. Novitskaya, E. K. Olejnik, L. P. Smirnov, M. I. Sysoeva (Executive Secretary)

ISSN 1997-3217

Зав. редакцией Н. В. Михайлова
Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
тел.: (8-8142)780109; (8-8142)769600
E-mail: trudy@krc.karelia.ru
Электронная полнотекстовая версия: transactions.krc.karelia.ru

© Карельский научный центр РАН, 2011

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3, 2011. С. 3–11.

УДК 591.133.16: 591.05: 639.113

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА Е НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ ПЕСЦОВ И ЛИСИЦ

И. В. Баишникова[1], С. Н. Сергина[1], Т. Н. Ильина[1], Н. Н. Тютюнник[1], В. А. Илюха[1,2]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Петрозаводский государственный университет*

Исследовано влияние дополнительного введения витамина Е (100 мг/животное/сутки в течение 14 дней) на антиоксидантную систему (АОС) 6 органов и тканей введенных в зоокультуру вуалевых песцов и серебристо-черных лисиц. Установлена видо- и органоспецифичность реакции АОС на дополнительный витамин. Самым чувствительным к данному воздействию оказался уровень восстановленного глутатиона. Наибольшее количество изменений исследованных показателей отмечено у песцов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : антиоксидантная система, витамин Е, лисица, песец.

I. V. Baishnikova, S. N. Sergina, T. N. Ilyina, N. N. Tyutyunnik, V. A. Ilyukha

EFFECT OF VITAMIN E ON THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN BLUE AND SILVER FOXES

The effect of dietary vitamin E (100 mg/animal/day within 14 days) on the antioxidant system (AOS) in 6 tissues of fur-breeding blue and silver foxes was evaluated. The species- and tissues-related reactions of AOS on vitamin E administration were revealed. The level of reduced glutathione has proven to be the most sensitive parameter to this influence. Blue foxes were found to have the most number of the indices changed.

K e y w o r d s : antioxidant system, vitamin E, silver fox, blue fox.

Введение

Витамин Е выполняет в организме множество функций и играет важную роль в метаболических процессах. Биологическое действие данного витамина преимущественно связывается с антиоксидантными свойствами, однако при определенных условиях он может выступать в качестве прооксиданта, что позволяет рассматривать его как регуляторное соединение, способствующее поддержанию свободнорадикальных реакций в организме на определенном стационарном уровне [Меньщикова и др., 2006; Kontush et al., 1996; Ricciarelli et al., 2001]. Несмотря на обилие информации об эффектах и метаболизме витамина Е, не выяснены некоторые вопросы взаимодействия его с другими антиоксидантами [Herrera, Barbas, 2001]. Так как компоненты антиоксидантной системы находятся во взаимокомпенсаторных отношениях, искусственное повышение в организме одного антиоксиданта может влиять на содержание других [Меньщикова и др., 2006].

Поскольку образование токоферолов в организме млекопитающих невозможно, они являются незаменимыми компонентами пищи. Потребность хищных млекопитающих в витамине Е определяется множеством факторов, таких как физиологическое состояние организма, питательная ценность и состав пищи и др. [Надиров, 1991]. В клетках животных обнаруживается главным образом α-токоферол, локализованный преимущественно в богатых ненасыщенными липидами мембранах митохондрий и лизосом [Wang, Quinn, 1999].

В данной работе оценивалось влияние витамина Е на отдельные компоненты антиоксидантной системы шести органов и тканей представителей двух видов семейства Собачьи (*Canidae*), различающихся по экогенезу.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись 6-месячные самки вуалевых песцов (*Alopex lagopus* L.) и серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* L.), разводимые в неволе. Животные каждого вида были разделены на 2 группы: контрольную и подопытную, по 6 особей в каждой. Дополнительно к основному рациону животные подопытных групп в течение 14 дней в ноябре получали с утренней порцией корма dl-α-токоферилацетат в количестве 100 мг/животное. Согласно нормам питания суточная потребность лисиц и песцов в витамине Е составляет от 6–10 до 50 мг [Перельдик и др., 1981; Паркалов, 2006]. В основной рацион исследуемых животных в зверохозяйстве добавляют 15 мг витамина Е на зверя. Образцы тканей печени, почек, сердца, селезенки, легких и скелетной мышцы, а также кровь отбирали в период планового забоя животных на звероферме, замораживали и хранили до анализа при –25 °С.

С помощью хемилюминесцентного анализа определяли уровень генерации активных форм кислорода (АФК) с применением индуктора $FeSO_4$ и активаторов свечения люминола и люцигенина для характеристики ферментативного и неферментативного компонентов системы генерации АФК соответственно [Klinger et al., 1996]. Спектрофотометрически измеряли: активности антиоксидантных ферментов (АОФ) – супероксиддисмутазы (СОД) – по модифицированной адренохромной методике [Misra, Fridovich, 1972] и каталазы по количеству разложенной H_2O_2 [Bears, Sizer, 1952], уровень восстановленного глутатиона (GSH) по методу Эллмана [Sedlak, Lindsay, 1968], а также содержание белка по Лоури [Lowry et al., 1951] с использованием в качестве стандарта бычьего сывороточного альбумина. Концентрации α-токоферола и ретинола в тканях определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Скурихин, Двинская, 1989], стандартами служили α-токоферол и ретинол фирмы Sigma (США).

Данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики, группы сравнивали с применением непараметрического критерия Манна-Уитни [Коросов, Горбач, 2007]. Взаимозависимость между признаками оценивали методом корреляционного анализа. Напряженность работы системы антиоксидантов характеризовали с помощью показателя индекса скоррелированности: $I=\sum|rij|$, где rij – коэффициенты корреляции между признаками, достоверно отличающиеся от 0 при $p<0,01$.

Результаты и обсуждение

Концентрация α-токоферола в сыворотке крови контрольных песцов и лисиц была практически одинаковой, в то время как в органах значительно различалась (табл. 1). Так, у песцов уровень витамина во всех исследованных органах был значительно выше, чем у лисиц: в селезенке разница составила 9,4 раза, скелетной мышце – 3,4, легких – 2,5, печени и почках – 1,7 и сердце – 1,6 раза. Сходным для двух видов было то, что максимальное количество у песцов и лисиц зафиксировано в почках, среди органов с минимальным содержанием токоферола были сердечная и скелетная мышцы. Известно, что содержание в тканях и метаболизм витамина Е видоспецифичны [Надиров, 1991; Меньщикова и др., 2006]. Витамин Е принимает активное участие в обменных процессах, что и может обусловливать наблюдаемые межвидовые различия. Согласно исследованиям Позднякова [1954], основной обмен у щенков песцов в возрасте от 2 до 6 месяцев примерно на 33% выше, чем у щенков лисиц того же возраста. Вместе с тем другими авторами [Klir, Heath, 1992] не было обнаружено межвидовых различий в уровне основного обмена у песцов и лисиц, виды различались только по величине критических температур и термонейтральной зоне.

При дополнительном введении витамина Е в рацион наблюдалось увеличение уровня α-токоферола в сыворотке крови песцов подопытной группы, у лисиц же его содержание даже несколько снижалось. Незначительные изменения содержания токоферола в сыворотке связаны с тем, что при дополнительном приеме витамина Е не наблюдается прямой корреляции между ежедневным поступлением и его уровнем в плазме крови. Для человека установлено, что концентрация токоферола в крови лимитирована (≤ 150 мг RRR-α-токоферилацетата) и может повышаться лишь в 2–3 раза, не-

Таблица 1. Содержание α-токоферола и ретинола в сыворотке (мкмоль/л) и органах (мкг/г) песцов и лисиц

Орган, ткань	Группа	Песцы		Лисицы	
		Ретинол	Токоферол	Ретинол	Токоферол
Сыворотка	К	0,28±0,04	119,27±5,28	0,24±0,03	109,96±14,80
	О	0,95±0,20*	143.09±8.47	0,41±0,17	96,20±6,50
Печень	К	нд	52,31±1,24	0,36±0,14	30,21±5,22
	О	нд	24,47±3,42*	0,38±0,21	68,85±32,62
Почки	К	16,64±2,01	166,41±15,74	31,75±3,07	99,23±12,32
	О	15,58±1,73	272,76±43,25*	61,62±12,43*	243,21±32,37*
Сердце	К	нд	22,66±2,33	нд	14,51±1,38
	О	нд	165,19±59,25*	0,61±0,02	31,84±10,81*
Легкие	К	нд	43,61±12,65	нд	17,48±5,87
	О	нд	41,79±14,48	0,25	36,96±15,45
Селезенка	К	0,15	75,84±37,43	0,13±0,02	8,11±1,71
	О	нд	42,69±14,97	0,25±0,05	15,43±3,55
Скелетная мышца	К	нд	37,41±6,85	нд	10,87±1,44
	О	нд	119,69±57,24	нд	44,72±19,19

Примечания. Здесь и в табл. 2–4: К – контрольная группа, О – подопытная группа; * различия между контрольной и подопытной группами достоверны ($p<0,05$); нд – витамин не детектировался.

зависимо от количества, продолжительности или частоты приема дополнительного витамина. Уровень α-токоферола в плазме не повышается с увеличением дозы потребляемого витамина в связи с тем, что «новый» витамин замещает «старый» в циркулирующих липопротеинах [Traber et al., 1998]. Полученные нами результаты, по-видимому, также обусловлены как активным транспортом самого токоферола, так и видовой спецификой его метаболизма, определяющей малую вероятность возникновения гипервитаминоза Е у собачьих. Дополнительный витамин Е положительно влиял у животных обоих видов на содержание в сыворотке крови витамина А, обладающего антиоксидантными свойствами: концентрация ретинола у песцов повысилась в 3,4 раза, а у лисиц – в 1,8 раза. Взаимодействие в организме этих двух витаминов зависит от уровня обеспеченности ими, применяемой дозы и множества других факторов. Ранее было показано, что витамин Е способствует всасыванию витамина А в кишечнике [Терруан, 1969; Kusin et al., 1974]. Наполи с соавторами [Napoli et al., 1984] продемонстрировали, что витамин Е влияет на метаболизм витамина А в некоторых органах, в частности снижает активность печеночной ретинилэфиргидролазы, фермента, имеющего отношение к мобилизации запасов витамина А, и тем самым способствует повышению его депонирования.

Основным органом, осуществляющим регуляцию обмена витамина Е в организме, является печень, здесь замещение «старого» витамина на «новый» происходит быстрее всего [Надиров, 1991; Palace, 1999; Меньщикова и др., 2006]. В печени исследуемых животных изменения содержания α-токоферола, вызванные его дополнительным приемом, различались: у лисиц данный показатель увеличился в 2,3 раза, а у песцов – снизился в 2,1 раза по сравнению с контролем. Наблюдаемые изменения концентрации витамина Е в печени животных подопытных групп могут быть связаны с реакцией организма на дополнительное поступление витамина с пищей и перераспределением его к органам, где потребность в нем увеличена. Снижение содержания токоферола в печени песцов, вероятно, отражает увеличение функциональной нагрузки на орган на фоне применения повышенной дозы витамина. Уровни генерации АФК в печени контрольных песцов и лисиц не различались, тем не менее у песцов активность СОД и содержание белка были ниже, а активность каталазы и уровень глутатиона – выше (табл. 2, 3). Дополнительное введение витамина Е в рацион способствовало усилению работы неферментативного компонента системы генерации АФК в печени у лисиц, снижению уровня GSH и увеличению количества белка у песцов. Интенсификация синтеза общего белка в печени песцов, вызванная дополнительным витамином Е, связана, возможно, с увеличением содержания α-токоферолсвязывающих белков (α-ТСБ), осуществляющих внутриклеточную транспортировку α-токоферола и содержащихся преимущественно в печени млекопитающих [Brigelius-Flohe et al., 2002].

Печень является центральным органом поддержания гомеостаза витамина А и основным местом его депонирования у большинства млекопитающих [Higashi et al., 2004]. Содержание ретинола в данном органе зависит от вида животного. Так, например, в печени собак концентрация витамина А намного выше, чем у человека, крыс, свиней и овец, но ниже, чем у полярного медведя [Schweigert et al., 1990]. В печени исследуемых песцов ретинол не был обнаружен, у лисиц же он детектировался лишь у половины особей в каждой группе, что могло быть обусловлено низким содержанием вита-

Таблица 2. Активности антиоксидантных ферментов, содержание глутатиона и белка в тканях органов песцов

Орган, ткань	Группа	Активность СОД, у.е./г ткани	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2 * мин / г ткани	Глутатион, ммоль/100 г ткани	Содержание белка, мг/г ткани
Печень	К	246,05±25,97	576,62±45,11	0,42±0,03	120,41±7,27
	О	239,61±15,57	624,28±60,69	0,34±0,02*	153,35±4,77*
Почки	К	191,39±6,67	180,29±5,72	0,35±0,01	200,96±12,49
	О	166,06±12,49	187,83±13,00	0,43±0,01*	157,85±7,33*
Сердце	К	72,12±11,01	21,28±2,77	0,37±0,03	63,17±8,36
	О	194,37±23,19*	25,45±2,21	0,22±0,01*	75,39±5,15
Легкие	К	114,64±13,16	24,14±2,56	0,23±0,02	112,81±12,03
	О	59,56±8,74*	30,79±2,00	0,17±0,01*	89,59±3,72
Селезенка	К	159,17±21,15	22,49±8,12	0,09±0,02	85,94±10,02
	О	214,38±17,03	17,46±1,48	0,09±0,01	96,83±4,04
Скелетная мышца	К	68,85±11,98	13,01±1,13	0,21±0,02	31,27±5,88
	О	74,09±6,47	17,76±0,78*	0,33±0,05*	51,26±3,98*

Таблица 3. Активности антиоксидантных ферментов, содержание глутатиона и белка в тканях органов лисиц

Орган, ткань	Группа	Активность СОД, у.е./г ткани	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2 * мин / г ткани	Глутатион, ммоль/100 г ткани	Содержание белка, мг/г ткани
Печень	К	327,86±14,67	593,62±36,11	0,28±0,03	196,03±14,08
	О	287,58±16,65	543,69±50,86	0,25±0,02	151,25±25,90
Почки	К	214,98±20,74	141,49±20,95	0,61±0,06	150,80±10,91
	О	209,28±13,54	138,45±17,06	0,47±0,03	154,63±4,99
Сердце	К	33,24±8,09	17,78±1,29	0,27±0,02	48,42±5,48
	О	50,22±16,52	24,07±2,97	0,30±0,03	50,34±4,30
Легкие	К	27,92±3,74	11,72±1,10	0,16±0,02	81,76±8,29
	О	49,41±4,98*	14,09±0,39*	0,18±0,02	88,72±8,60
Селезенка	К	139,67±14,10	18,39±2,39	0,26±0,01	83,47±15,47
	О	142,22±12,83	20,86±2,57	0,18±0,02*	97,56±5,44
Скелетная мышца	К	84,96±15,19	12,79±2,39	0,21±0,02	42,49±7,46
	О	109,38±8,39	10,49±2,14	0,22±0,01	73,73±4,87*

мина А в корме животных, поскольку он откладывается в печени только при адекватном поступлении с пищей. Дополнительный витамин Е не повлиял на содержание ретинола в печени песцов и лисиц.

Наиболее высокая концентрация витамина Е у обоих видов была зафиксирована в почках. Хотя в данном органе не было отмечено межвидовых различий в уровнях генерации АФК, у песцов удельная активность СОД, а также уровни глутатиона и ретинола были ниже, а содержание белка – выше. У подопытных песцов концентрация α-токоферола в почках выросла в 1,6 раза, а у лисиц – в 2,5 раза, уровень ретинола увеличился у лисиц в 1,9 раза. Дополнительный прием витамина Е сопровождался усилением работы неферментативного компонента системы генерации АФК, увеличением удельной активности каталазы и уровня GSH, а также снижением количества белка у песцов. У лисиц достоверных изменений показателей АОС почек не было обнаружено. Почки как главный выделительный орган имеют обильное кровоснабжение и напряженный обмен веществ. У представителей семейства *Canidae* почки занимают особое место в метаболизме витамина А, осуществляя экскрецию больших его количеств с мочой, что может являться одним из механизмов защиты животных от интоксикации данным витамином [Raila et al., 2000]. Наряду с этим отмечают более высокое по сравнению с печенью содержание ретинола в почках лисиц [Raila et al., 2000], а также как диких [Senoo et al., 2004], так и разводимых в неволе песцов [Петрова и др., 1987].

Одной из главных мишеней для витамина Е является мышечная ткань, а его дефицит способствует развитию заболеваний сердца, а также беломышечной болезни, основной причиной которых является повреждение клеток, вызванное окислительным стрессом [Kushi, 1999; Palace et al., 1999]. Миокард по сравнению с другими мышечными тканями богаче фосфолипидами, жирные кислоты которых, окисляясь, высвобождают значительную часть энергии, необходимой для его сокращения [Гомбоева, 2000]. Клетки сердечных мышечных волокон имеют большую мембранную поверхность, высокую напряженность процессов окисления, обильно снабжаются кровью и интенсивно генерируют активные кислородные радикалы, в связи с чем потребность сердечной ткани в антиокислительной защите велика [Архипенко и др., 1987; Надиров, 1991; Зайчик, Чурилов, 2001]. Помимо антиокислительной защиты, витамин Е выполняет в мышечных волокнах ряд важных биологических функций: нормализует обменные процессы, регулирует активность протеинкиназы С, способствует накоплению гликогена, принимает участие в синтезе сокра-

тительных белков миокарда и скелетных мышц [Ребров, Громова, 2008]. Замещение витамина Е в мышцах осуществляется медленнее, чем в печени и селезенке [Меньщикова и др., 2006].

В результате эксперимента были выявлены однонаправленные изменения в содержании витамина Е в сердечной и скелетной мышцах животных обоих видов. У песцов концентрация α-токоферола выросла в сердце в 7,3, а в скелетной мышце в 3,2 раза, у лисиц – в 2,2 и 4,1 раза соответственно. В сердце у песцов контрольной группы отмечалась более интенсивная работа ферментативного компонента системы генерации АФК и более высокий уровень GSH по сравнению с лисицами. Чувствительность системы антиоксидантной защиты сердечной мышцы представителей семейства *Canidae* к дополнительному α-токоферолу, как и в других органах, характеризовалась видоспецифичностью. Активности СОД и каталазы увеличились как у лисиц, так и у песцов, однако у последних изменение активности СОД было более значительным и сопровождалось снижением уровня GSH. Это может свидетельствовать о повышении O_2, потребляемого данной тканью песцов под действием витамина Е, а также об активном использовании в антиоксидантной защите сердца ресурса глутатиона, который важен для защиты клеток с высоким уровнем окислительного фосфорилирования [Меньщикова и др., 2006]. Данные по влиянию токоферола на АОС сердца противоречивы, а получаемые результаты связаны, очевидно, как с дозой, так и с видовыми особенностями экспериментальных животных. Показано стимулирующее влияние α-токоферола на удельные активности СОД и каталазы в сердце крыс различных возрастов [Asha Devia et al., 2003]. Другими авторами не отмечено влияния дополнительного витамина Е на отдельные эндогенные антиоксиданты сердца морских свинок. Они связывают это с возможной способностью токоферола увеличивать общую мощность АОС, не влияя на ее отдельные компоненты [Rojas et al., 1996].

Скелетная мышца песцов характеризуется более высокой аэробной мощностью за счет большей объемной плотности митохондрий по сравнению с другими млекопитающими, в том числе и представителями того же семейства *Canidae* [Kayar et al., 1994]. Содержание α-токоферола в мышечной ткани песцов было в 3,4 раза выше, чем у лисиц, тем не менее уровни генерации АФК, активности АОФ и содержание GSH в скелетной мышце животных двух видов не различались. Дополнительный витамин Е привел у лисиц к снижению удельных активностей АОФ и увеличению уровня белка, а у песцов – к повышению активности каталазы, уровней GSH и белка. Интенсификация синтеза белка в скелетной мышечной ткани как лисиц, так и песцов, вызванная дополнительным приемом витамина Е, возможно, как и в печени, связана с увеличением содержания α-ТСБ, осуществляющих внутриклеточную транспортировку витамина.

Витамин Е является самым важным липофильным антиоксидантом легких, который защищает липиды сурфактанта от окисления. При различных окислительных повреждениях ткани происходит мобилизация витамина из других органов [Kolleck et al., 2002]. В легких контрольных песцов по сравнению с лисицами наблюдались менее интенсивная работа неферментативного компонента системы генерации АФК, более высокие уровни α-токоферола, глутатиона и белка, а также значительно более высокие активности СОД (в 4 раза) и каталазы. Ранее было показано, что у песца и другого эндемика Арктики – северного оленя – существуют некоторые морфофункциональные особенности бронхиального дерева, направленные на адаптацию организма к экстремальным климатическим факторам [Воевода, Устюжанинова, 1997]. Так, у песца анатомическое мертвое пространство относительно массы тела и объема легких в 1,4–1,5 раза больше, чем у собаки за счет более сильного ветвления бронхиального дерева и большего количества кровеносных капилляров в альвеолах. Дополнительный витамин Е привел у лисиц к снижению работы неферментативного компонента системы генерации АФК и к увеличению общих активностей АОФ, а у песцов – к снижению активностей СОД и уровня GSH, что, по-видимому, отражает необходимость восстановления α-токсероксильного радикала. Восстановителями α-токсероксильного радикала (образующегося при восстановлении витамином Е фосфолипидных пероксильных радикалов) до α-токоферола являются витамин С и глутатион, от присутствия которых в клетке зависит проявление витамином Е антиоксидантных свойств [Rojas et al., 1996].

Уровни генерации АФК и активности АОФ в селезенке исследуемых животных контрольных групп не различались, тем не менее у песцов отмечено более низкое содержание GSH, а у лисиц α-токоферол в данном органе был самым низким. Дополнительный витамин Е привел к снижению содержания глутатиона у лисиц, что также может быть связано с функцией α-токоферола как необходимого антиоксиданта и модулятора иммунной системы. Отмечают особую важность витамина Е для пролиферации Т-хелперов, что связано с тушением им АФК, образующихся как митоген-индуцирующие продукты липооксигеназного пути [Lee, Wan, 2000].

Для того чтобы оценить степень функционального напряжения АОС органов при введении в рацион дополнительного витамина Е, мы использовали корреляционный анализ. Число корреляционных связей между показателями и индекс скоррелированности (ИС) позволяют охарактеризовать степень нагрузки и участие различных органов в ответной реакции [Илюха, 2004]. Как в случае отдельных компонентов АОС, так и в случае интегральной оценки состояния этой системы по степени скоординированности (степень и сила скоррелированности между показателями) отмечалась видо- и тканеспецифичность реакции на дополнительное введение витамина Е. У животных обоих видов нагрузка привела к увеличению ИС в печени и легких и снижению в сердце и скелетной мышце, однако в сердце у лисиц ИС снизился значительнее (табл. 4). В почках и селезенке животных двух видов изменения были разнонаправленными и более существенными у песцов.

Таблица 4. Индексы скоррелированности между показателями антиоксидантной системы различных органов и тканей

Орган, ткань	Песцы		Лисицы	
	К	О	К	О
Печень	0	1,86	1,83	5,55
Почки	3,49	2,52	2,59	2,77
Сердце	1,71	1,64	5,19	2,89
Легкие	2,68	5,46	3,5	6,21
Селезенка	3,77	6,25	4,66	4,41
Скелетная мышца	4,49	2,74	2,69	0,97

Особое место занимает вопрос о взаимодействии между жирорастворимыми витаминами А и Е. Анализ корреляционных связей показал, что и здесь отмечается ткане- и видоспецифичность. Так, у контрольных песцов зависимость между сывороточным витамином А и содержанием витамина Е в селезенке была положительной, а у лисиц – отрицательной. В почках, где концентрация витамина Е была самой высокой, у контрольных песцов отмечена положительная зависимость от уровня данного витамина в крови, а у контрольных лисиц – положительная связь между уровнем витаминов А и Е в ткани. У лисиц, получавших дополнительную дозу витамина Е, в печени, легких и селезенке была отмечена положительная связь между уровнем ретинола в сыворотке и его содержанием в тканях. Здесь, вероятно, проявилось витамин А сберегающее действие α-токоферола. У подопытных песцов сывороточный уровень витамина А был положительно связан с содержанием витамина Е в легких и селезенке. В скелетной мышце у песцов контрольной группы содержание витамина Е находилось в обратной зависимости от его концентрации в крови, тогда как у подопытных животных эта зависимость становилась положительной. Взаимодействие витаминов – это сложный, многосторонний, быстро меняющийся во времени процесс, зависящий от множества факторов.

Ранее было показано [Илюха, 2004], что функционирование АОС, участвующей в приспособительных реакциях организма к факторам внешней среды, обусловливается экологическими особенностями формирования вида. Во время эксперимента организм исследуемых животных находился в стадии подготовки к зимним условиям, поэтому межвидовые различия могли быть обусловлены разным уровнем жировых запасов, которые в значительной степени определяют способность животных к депонированию жирорастворимых витаминов. Песцы, в отличие от близких в систематическом отношении лисиц (оба вида принадлежат к одному семейству), характеризуются более поздними (на 2–4 недели) сроками размножения и обладают более интенсивным энергетическим обменом, однако осенью разница в уровне основного обмена между двумя видами минимальна [Перельдик и др., 1981]. Указанные физиологические особенности песцов связаны с экологическими условиями Арктики, где происходило формирование вида. Лисицы же имеют самый обширный географический ареал среди представителей отряда *Carnivora* [Canids.., 2004], в связи с чем не обладают узкоспециализированными адаптациями, что, вероятно, и обусловливает различия реакции системы антиоксидантной защиты этих двух видов семейства *Canidae* на дополнительный витамин.

Поступающий в организм животных в течение экспериментального периода витамин Е аккумулировался преимущественно в почках и мышечной ткани. Активность ферментов антиоксидантной системы была максимальной в печени и почках, самые низкие значения были у песцов в скелетной мышце, а у лисиц в легких. Именно в легких у лисиц дополнительный витамин Е вызвал увеличение активности СОД и каталазы, тогда как у песцов в данном органе активность СОД снизилась. В сердце у песцов возросла активность СОД, а в скелетной мышце – каталазы. Наблюдаемая органоспецифичность реакции АОС животных определяется функциональной ролью органа и особенностями действия данного вещества на антиоксидантную защиту тканей. Необходимо отметить, что потребность тканей в антиоксидантах, в частности в витамине Е, зависит от степени ненасыщенности липидов в составе ткани. Например, липиды сердечной мышцы содержат жирные кислоты с высокой степенью ненасы-

щенности, поэтому они более чувствительны к пероксидативному повреждению, чем мышечные липиды при дефиците витамина Е [Horwitt, 1986]. Концентрация токоферола в тканях млекопитающих изменяется линейно с количеством витамина в пище и зависит от типа ткани, дозы витамина, вида животных и продолжительности тестового периода [Yang, Desai, 1977], а включение витамина Е в состав ткани определяется необходимостью осуществления его антиоксидантного действия в органе [Brown et al., 1997].

Отмеченная реакция на витамин Е компонентов АОС могла быть обусловлена взаимокомпенсаторными отношениями между ними. Как правило, изменение концентрации или активности одних антиоксидантов оказывает влияние на другие, благодаря чему сохраняется общая активность радикальных процессов, жизненно важных для поддержания гомеостаза [Зенков и др., 2001]. Известно, что в регенерации окисленной формы витамина Е участвуют глутатион и витамин С [Rojas et al., 1996]. Возможно, поэтому наиболее чувствительным к влиянию экзогенного витамина Е компонентом АОС всех исследованных органов песцов, за исключением селезенки, оказался уровень восстановленного глутатиона (содержание небелковых тиолов). У лисиц, напротив, данный показатель изменялся только в селезенке.

Любой антиоксидант, включая и антиоксидантные витамины, фактически является редокс-агентом, защищающим от свободных радикалов в одних случаях и способствующим их генерации в других [Herbert, 1996]. Возможно, отмеченные нами изменения антиоксидантов в некоторых органах лисиц и песцов, дополнительно получавших витамин Е, были вызваны показанной для α-токоферола способностью инверсии антиоксидантного действия в прооксидантное *in vivo* при переходе от более низких концентраций вещества к более высоким [Меньщикова и др., 2008], в том числе и вследствие образования инициирующих свободнорадикальное окисление α-токофероксильных радикалов [Bowry, Ingold, 1995].

Таким образом, реакция АОС тканей шести органов песцов и лисиц на дополнительный витамин Е характеризовалась видо- и органоспецифичностью. Наибольшее количество изменений исследованных показателей было отмечено у песцов. Самым чувствительным компонентом системы антиоксидантной защиты организма, реагирующим на данное воздействие, оказался уровень восстановленного глутатиона.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ НШ–3731.2010.4.

Литература

Архипенко Ю. В., Джапаридзе Л. М., Гуткин Д. В. и др. Сравнительная оценка влияния недостаточности витамина Е на перекисное окисление липидов и транспорт Ca^{2+} в сердечной и скелетной мышцах // Вопр. мед. хим. 1987. № 1. С. 122–126.

Воевода Т. В., Устюжанинова Н. В. Морфо-функциональные особенности воздухоносной системы у эндемика Арктики – песца // Бюл. СО РАМН. 1997. № 2. С. 112–118.

Гомбоева А. Ц. Биохимия тканей: Уч. пособие для преподавателей и студентов. Чита, 2000. 33 с.

Зайчик А. Ш., Чурилов Л. П. Основы патохимии: Уч. для студентов медицинских ВУЗов. СПб: ЭЛБИ, 2001. 688 с.

Зенков Н. К., Ланкин В. З., Меньщикова Е. Б. Окислительный стресс. Биохимический и патофизиологический аспекты. М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2001. 343 с.

Илюха В. А. Антиоксидантные ферменты в физиологических адаптациях млекопитающих (сравнительно-видовой, онтогенетический и прикладной аспекты): автореф. дис... докт. биол. наук. Сыктывкар, 2004. 35 с.

Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2007. 75 с.

Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Зенков Н. К. и др. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. М: Слово, 2006. 556 с.

Меньщикова Е. Б., Зенков Н. К., Ланкин В. З. и др. Окислительный стресс: патологические состояния и заболевания. Новосибирск: АРТА, 2008. 284 с.

Надиров Н. К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве. М.: Наука, 1991. 336 с.

Паркалов И. В. Пушные звери в среде естественного обитания и перспектива клеточного звероводства в современных условиях. СПбИИ РАН: Нестор-История, 2006. 238 с.

Перельдик Н. Ш., Милованов Л. В., Ерин А. Т. Кормление пушных зверей. М.: Колос, 1981. 335 с.

Петрова Г. Г., Изотова С. П., Берестов В. А. Закономерности депонирования витаминов А, B_1 и B_2 в организме пушных зверей // Очерки по физиологии пушных зверей. Л.: Наука, 1987. С. 96–109.

Поздняков Е. В. Биологические особенности в обмене веществ у пушных зверей (сем. *Canidae*): автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 1954. 23 с.

Ребров В. Г., Громова О. А. Витамины, макро- и микроэлементы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 960 с.

Скурихин В. Н., Двинская Л. М. Определение α-токоферола и ретинола в плазме крови сельскохозяйственных животных методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии // С.-х. биология. 1989. № 4. С. 127–129.

Терруан Т. Взаимодействия витаминов. М., 1969. 372 с.

Asha Devia S., Prathimaa S., Subramanyam M. V. Dietary vitamin E and physical exercise: II. Antioxidant status and lipofuscin-like substances in aging rat heart // Exp. Gerontol. 2003. Vol. 38. P. 291–297.

Bears R. F., Sizer I. N. A spectral method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase // J. Biol. Chem. 1952. Vol. 195, N 1. P. 133–140.

Bowry V. W., *Ingold K. U.* Extraordinary kinetic behavior of the α-tocopheroxyl (vitamin E) radical // J. Org. Chem. 1995. Vol. 60. P. 5456–5467.

Brigelius-Flohe R., Kelly F. G., Salonen J. T. et al. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research // Am. J. Clin. Nutr. 2002. Vol. 76. P. 703–716.

Brown K. M., Morrice Ph. C., Duthie G. G. Erythrocyte vitamin E and plasma ascorbate concentrations in relation to erythrocyte peroxidation in smokers and nonsmokers: dose response to vitamin E // Am. J. Clin. Nutr. 1997. Vol. 65. P. 496–502.

Canids: foxes, wolves, jackals and dogs / Eds.: C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann, D. W. Macdonald. IUCN – The World Conservation Union, 2004. 430 p.

Coombes J. S., Powers S. K., Rowell B. et al. Effects of vitamin E and α-lipoic acid on skeletal muscle contractile properties // J. Appl. Physiol. 2001. Vol. 90. P. 1424–1430.

Herbert V. Introduction of the symposium: prooxidant effect of antioxidant vitamins // J. Nutr. 1996. Vol. 126. P. 1197–1200.

Herrera E., Barbas C. Vitamin E: action, metabolism and perspectives // J. Physiol. Biochem. 2001. Vol. 57, N 1. P. 43–56.

Higashi N., Imai1 K., Sato M. et al. Intralobular Distribution of Vitamin A-Storing Lipid Droplets in Hepatic Stellate Cells with Special Reference to Polar Bear and Arctic Fox // Comp. Hepatol. 2004. N 3. P. 16–18.

Horwitt M. K. The promotion of vitamin E // J. Nutr. 1986. Vol. 116. P. 1371–1377.

Kayar S. R., Hoppeler H., Jones J. H. et al. Capillary blood transit time in muscles in relation to body size and aerobic capacity // J. Exp. Biol. 1994. Vol. 194. P. 69–81.

Klinger W., Karge E., Kretzschmar M. et al. Luminol-and lucigenin-amplified chemiluminescence with rat liver microsomes. Kinetics and influence of ascorbic acid, glutathione, dimethylsulfoxide, N-t-butyl-a-phenyl-nitrone, copper-ions and a copper complex, catalase, superoxide dismutase, hexobarbital and aniline // Exp. Toxicol. Pathol. 1996. Vol. 48, N 5. P. 447–460.

Klir J. J., Heath J. E. Metabolic rate and evaporative water loss at different ambient temperatures in two species of fox: the red fox (*Vulpes vulpes*) and the arctic fox (*Alopex lagopus*) // Comp. Biochem. Physiol. 1992. Vol. 101A, N 4. P. 705–707.

Kolleck I., Sinha P., Rüstow B. Vitamin E as an antioxidant of the lung mechanisms of vitamin E delivery to alveolar type II cells // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002. Vol. 166. P. 62–66.

Kontush A., Finckh B., Karten B. et al. Antioxidant and prooxidant activity of α-tocopherol in human plasma and low density lipoprotein // Lipid Res. 1996. Vol. 37. P. 1436–1448.

Kushi L. H. Vitamin E and heart disease: a case study // Am. J. Clin. Nutr. 1999. Vol. 69 (suppl). P. 1322–1329.

Kusin J. A., Reddy V., Sivakumar B. Vitamin E supplements and the absorption of a massive dose of vitamin A // Am. J. Clin. Nutr. 1974. Vol. 27. P. 774–776.

Lee Ch.-Y. J., Wan J. M.-F. Vitamin E supplementation improves cell-mediated immunity and oxidative stress of Asian men and women // J. Nutr. 2000. Vol. 130. P. 2932–2937.

Lowry O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Randan R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193, N 1. P. 265–275.

Meydani S. N., Meydani M., Rail L. C. et al. Assessment of the safety of high-dose, short-term supplementation with vitamin E in healthy older adults // Am. J. Clin. Nutr. 1994. Vol. 60. P. 704–709.

Misra H. P., Fridovich F. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase // J. Biol. Chem. 1972. Vol. 247, N 10. P. 3170–3175.

Napoli J. L., McCormick A. M., O`Meara B., Dratz E. A. Vitamin A metabolism: alpha-tocopherol modulates tissue retinol levels in vivo, and retinyl palmitate hydrolysis in vitro // Arch. Biochem. Biophys. 1984. Vol. 230, N 1. P. 194–202.

Palace V. P., Hill M. F., Farahmand F., Singal P. K. Mobilization of Antioxidant Vitamin Pools and Hemodynamic Function After Myocardial Infarction // Circulation. 1999. Vol. 99. P. 121–126.

Raila J., Buchholz I., Aupperle H. et al. The distribution of vitamin A and retinol-binding protein in the blood plasma, urine, liver and kidneys of carnivores // Vet. Res. 2000. Vol. 31. P. 541–551.

Ricciarelli R., Zingg J.-M., Azzi A. Vitamin E: protective role of a Janus molecule // FASEB J. 2001. Vol. 15. P. 2314–2325.

Rojas C., Cadenas S., Lypez-Torres M. et al. Increase in heart glutathione redox ratio and total antioxidant capacity and decrease in lipid peroxidation after vitamin E dietary supplementation in guinea pigs // Free Radic. Biol. Med. 1996. Vol. 21, N 7. P. 907–915.

Schweigert F. J., Uehlein-Harrell S., Zucker H. Effect of feeding on vitamin A concentrations in blood plasma of dogs // Zentralbl. Veterinarmed. A. 1990. Vol. 37, N 8. P. 605–609.

Sedlak J., Lindsay R. H. Estimation of total, protein-bound and non-protein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent // Anal. Biochem. 1968. Vol. 25. P. 192–205.

Senoo H., Wake K., Wold H. L. et al. Decreased Capacity for Vitamin A Storage in Hepatic Stellate Cells for Arctic Animals // Comparative Hepatology. 2004. N 3(Suppl 1). P. 18.

Traber M. G., Ramakrishnan R., Kayden J. Human plasma vitamin E kinetics demonstrate rapid recycling of plasma RRR-α-tocopherol // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1994. Vol. 91. P. 10005–10008.

Wang X., Quinn P. J. Vitamin E and its function in membranes // Prog. Lipid Res. 1999. Vol. 38, N 4. P. 309–336.

Yang N. Y. J., Desai A. D. Effect of high levels of dietary vitamin E on liver and plasma lipids and fat soluble vitamins in rats // J. Nutr. 1977. Vol. 107. P. 1418–1426.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Баишникова Ирина Валерьевна
ведущий биолог
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: iravbai@mail.ru
тел. (8142) 573107

Baishnikova, Irina
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: iravbai@mail.ru
tel. (8142) 573107

Сергина Светлана Николаевна
научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: cvetnick@yandex.ru
тел. (8142) 573107

Sergina, Svetlana
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: cvetnick@yandex.ru
tel. (8142) 573107

Ильина Татьяна Николаевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilyina@bio.krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Ilyina, Tatyana
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilyina@bio.krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Тютюнник Николай Николаевич
главный научный сотрудник, д.с.-х.н., профессор
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: tyutyunnik@krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Tyutyunnik, Nikolay
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Илюха Виктор Александрович
зав. лаб. экологической физиологии животных, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilyukha@krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Ilyukha, Victor
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilyukha@krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 12–15.

УДК 582.632:581.132:581.52

ИССЛЕДОВАНИЕ CO_2-ГАЗООБМЕНА ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ И КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ 2010 г.

В. К. Болондинский, Л. М. Виликайнен

Институт леса Карельского научного центра РАН

В условиях продолжительной атмосферной засухи исследовался CO_2-газообмен саженцев березы повислой (*Betula pendula*) и карельской березы (*Betula pendula* var. *carelica*) при разной оводненности почвы. При достаточном количестве почвенной влаги у саженцев березы повислой и карельской березы обнаружены достоверные различия в CO_2-газообмене молодых и сформировавшихся листьев. В условиях водного стресса фотосинтез уменьшался в среднем в 12 раз у сформировавшихся листьев и в 7,5 раза у молодых. Статистически значимая разница в величинах дыхания как в нормальных условиях, так и при водном стрессе отсутствовала.

Ключевые слова: Betula L., карельская береза, CO_2-газообмен, водный стресс.

V. K. Bolondinskii, L. M. Vilikainen. INVESTIGATION OF CO_2 EXCHANGE IN LEAVES OF SILVER BIRCH AND KARELIAN BIRCH DURING DROUGHT IN 2010

In the conditions of prolonged atmospheric drought the CO_2 gas exchange of seedlings of silver birch (*Betula pendula*) and Karelian birch (*Betula pendula* var. *carelica*) was investigated at different soil water contents. When the amount of soil moisture was sufficient, reliable differences between the CO_2 gas exchange of young and mature leaves were found in seedlings of silver birch and Karelia birch. In the situation of water stress, photosynthesis dropped on average 12 times in mature leaves and 7.5 times in young leaves. No statistically significant differences were found in the respiration rates either under normal conditions or at water stress.

Key words: Betula L., Karelian birch, gaseous CO_2 exchange, water stress.

Введение

Показатели CO_2-газообмена листа традиционно используются для сравнительного анализа различных видов и разновидностей уже не одно десятилетие [Patton, Jones, 1989]. Считается, что величина максимальной скорости фотосинтеза генетически детерминирована [Заленский, 1977]. Обычно исследователи работают на зрелых, сформировавшихся листьях, и сравнительно мало работ на листопадных древесных, где газообмен изучался бы в ходе онтогенеза листа [Ceulemans, Impens, 1979]. У березы повислой максимальный фотосинтез зафиксирован на листьях, закончивших рост [Oleksyn et al., 2000], у ивы, тополя – при достижении листом 70–80 % от своего конечного размера [Reich, 1984; Кайбеяйнен, 2009]. Водный стресс приводит к снижению фотосинтеза из-за уменьшения устьичной проводимости, а также торможения оттока

сахаров из листьев [Лархер, 1978], однако неясно, как это проявляется у листьев разного возраста. Задачей настоящей работы было изучение влияния на CO_2-газообмен молодых и сформировавшихся листьев березы повислой и карельской березы атмосферной засухи при разной оводненности почвы.

Материалы и методы

Измерения CO_2-газообмена (*P*) с 30-кратной повторностью проводили на интактных молодых, достигших примерно 70 % своей конечной площади, и сформировавшихся листьях с помощью портативного газоанализатора LI 6200 (Li-Cor, USA). В начале засухи 2010 г. на территории агробиологической станции КарНЦ РАН 10 сосудов с 2-летними саженцами березы были помещены под прозрачный навес, и влажность почвы в них регулировалась поливом. Содержание влаги в сосудах контролировалось их частым взвешиванием. Температура листа и воздуха, фотосинтетически активная радиация (*ФАР*) и другие параметры измерялись датчиками Li-Cor. В ряде экспериментов оценивалась устьичная проводимость листа. Рассчитывались показатель использования ФАР при фотосинтезе – количество мкмоль CO_2/100 мкмоль фотонов (K_p) и коэффициент эффективности, или экономический коэффициент фотосинтеза (E_p), равный отношению брутто-фотосинтеза к темновому дыханию (*R*). $E_p (P+R)/R$ и характеризует максимально возможную эффективность газообмена [Лархер, 1978].

Результаты и обсуждение

С повышением температуры воздуха в начале июля до 27–28 °С при хорошей оводненности почвы у всех саженцев наблюдался интенсивный рост побегов и листьев. Несмотря на атмосферную засуху, продолжавшуюся более двух недель, были зафиксированы высокие значения CO_2-газообмена, превышающие показатели, полученные ранее при сходных почвенных условиях при умеренных температурах и дефиците водяных паров воздуха [Болондинский, 2010]. Даже при очень высоком для нашего региона дефиците водяных паров в воздухе (до 3,5 кПа) максимум фотосинтеза у 80 % саженцев наблюдался днем и полуденная депрессия фотосинтеза имела место в редких случаях. При этом, как показали более точные исследования, устьичная проводимость была максимальной в утренние часы и к полудню уменьшалась практически у всех деревьев [Болондинский и др., 2010].

При влажности почвы в сосудах, близкой к полевой влагоемкости, фотосинтез у сформировавшихся листьев карельской березы (*БК*) и березы повислой (*БП*) составлял 22 июля соответственно 16,97±2,46 и 15,17±3,16 мкмоль $\cdot$ м$^{-2}\cdot$ с$^{-1}$, у молодых листьев – 10,90±1,87 и 11,00±2,46 мкмоль $\cdot$ м$^{-2}\cdot$ с$^{-1}$; дыхание – 1,76±0,55 и 1,47±0,52, у молодых листьев – 2,22±0,51 и 2,14±0,60 мкмоль $\cdot$ м$^{-2}\cdot$ с$^{-1}$ (табл. 1). Различия фотосинтеза молодых и сформировавшихся листьев были статистически значимы с 99 % вероятностью у *БК* и с 95 % вероятностью у *БП*; для дыхания они были незначимы у *БК* и с 90 % вероятностью имели место у *БП*, то есть можно отметить лишь тенденцию к повышению дыхания у молодых листьев по сравнению со зрелыми, что, очевидно, связано с их интенсивным ростом. В жаркую погоду (температура воздуха днем 28–32 °С, ночью – 20–24 °С) при достаточном количестве почвенной влаги у саженцев наблюдался очень быстрый рост листьев и побегов. Листья достигали 80–90 % от своей конечной площади за 5–6 дней. При этом содержание хлорофилла в них на грамм сырого веса составляло 60–70 % от показателей зрелых листьев. По всей вероятности, эти два фактора и являлись основной причиной пониженного фотосинтеза у молодых листьев.

Показатель использования *ФАР* при фотосинтезе (K_p) у сформировавшихся листьев *БК* и *БП* составлял соответственно 0,98±0,14 и 0,82±0,16, у молодых – 0,59±0,03 и 0,59±0,14 мкмоль CO_2/100 мкмоль фотонов; коэффициент эффективности фотосинтеза (E_p) у зрелых листьев – 11,28±3,16 и 12,35±4,42, у молодых – 5,99±0,69 и 6,54±2,42 (см. табл. 1). Различия этих параметров у молодых и сформировавшихся листьев как БК, так и БП были статистически значимы с 95 % вероятностью. Значимых различий между какими-либо параметрами *БК* и *БП* не обнаружено. Значения E_p молодых листьев, и особенно сформировавшихся, 22 июля были близки к максимальным за вегетацию величинам, что обусловлено не только высокими величинами CO_2-газообмена, но и сравнительно низким для такой жаркой погоды дыханием даже у растущих листьев. Оно очень близко к значениям, измеренным у зрелых листьев в дни с умеренной температурой воздуха при достаточном количестве влаги в почве. Максимум дыхания у листа площадью, составлявшей 20–25 % от максимальной, приближался к 6 мкмоль$\cdot$м$^{-2}\cdot$ с$^{-1}$. При этом температура воздуха не превышала 22 °С. Температурный оптимум CO_2-газообмена после 15-дневного периода с дневной температурой воздуха 26–28 °С был сдвинут в область высоких температур. Для сравнения, оптимальные температуры для фотосинтеза у березы в прохладный период августа – начала сентября составили 10–13 °С [Болондинский, 2010].

Таблица 1. Средние значения внешних факторов среды, фотосинтеза и дыхания листьев березы повислой и карельской березы при сильной атмосферной засухе и высоком содержании влаги в почве 22 июля 2010 г.

Параметры	S_l	ФАР	T	D	P	R	K_p	E_p
	$см^2$	мкмоль · $м^{-2}$ · $с^{-1}$	°C	кПа	мкмоль · $м^{-2}$ · $с^{-1}$			
	Карельская береза, сформировавшиеся листья							
M	20,6	1772	34,7	2,47	16,97	-1,76	0,98	11,28
σ	2,5	415	2,2	0,06	2,46	0,55	0,14	3,16
	Карельская береза, молодые листья							
M	12,0	1855	34,8	2,61	10,90	-2,22	0,59	5,99
σ	1,3	280	1,0	0,11	1,87	0,51	0,03	0,69
	Береза повислая, сформировавшиеся листья							
M	16,4	1860	34,0	2,57	15,17	-1,47	0,82	12,35
σ	2,8	410	1,6	0,13	3,16	0,52	0,16	4,42
	Береза повислая, молодые листья							
M	11,5	1860	33,7	2,49	11,00	-2,14	0,59	6,54
σ	1,7	297	1,27	0,13	2,46	0,60	0,14	2,42

Примечания. Здесь и в табл. 2: S_l – площадь листа в ассимиляционной камере, *T* – температура листа, *D* – дефицит водяного пара в камере, *P* – нетто-фотосинтез, *R* – темновое дыхание, K_p – показатель использования *ФАР* при фотосинтезе (мкмоль CO_2/100 мкмоль фотонов), E_p – коэффициент эффективности фотосинтеза, *M* – среднее значение, *σ* – стандартное отклонение.

Таблица 2. Средние значения внешних факторов среды, фотосинтеза и дыхания листьев березы повислой и карельской березы при сильной атмосферной засухе и низком содержании влаги в почве 29 июля 2010 г.

Параметры	S_l	ФАР	T	D	P	R	K_p	E_p
	$см^2$	мкмоль · $м^{-2}$ · $с^{-1}$	C	кПа	Мкмоль · $м^{-2}$ · $с^{-1}$			
	Карельская береза, сформировавшиеся листья							
M	19,3	957	34,7	2,4	1,39	-1,27	0,15	1,89
σ	6,2	467	1,2	0,4	1,52	0,68	0,28	0,88
	Карельская береза, молодые листья							
M	13,4	1180	36,1	2,7	1,83	-1,82	0,16	1,91
σ	2,6	485	2,1	0,9	2,21	0,30	0,19	0,95
	Береза повислая, сформировавшиеся листья							
M	16,6	1138	35,2	2,3	0,88	-1,20	0,08	1,59
σ	3,9	248	1,0	0,6	1,51	0,24	0,15	0,95
	Береза повислая, молодые листья							
M	12,1	1300	35,2	2,5	1,22	-1,61	0,09	1,78
σ	3,1	268	0,7	0,4	1,08	0,65	0,07	0,76

В условиях сильной атмосферной засухи саженцы в сосудах начинали испытывать водный дефицит уже на 3-й день после полива, что выражалось в уменьшении устьичной проводимости и, как следствие, снижении фотосинтеза. По мере уменьшения содержания влаги в сосудах устьичная проводимость снизилась к 29 июля примерно в 6,5 раза. У двух растений CO_2-газообмен в дневное время был отрицательным, то есть дыхание на свету превышало фотосинтез. При проведении экспериментов в самые жаркие дни засухи 2010 г. температура воздуха составляла 33 °C, а в ассимиляционной камере доходила за минуту измерения до 27–38 °C. Фотосинтез у зрелых и молодых листьев карельской березы составил соответственно 1,39±1,52 и 1,83±2,21 мкмоль·$м^{-2}$·$с^{-1}$, у березы повислой – 0,88±1,51 и 1,22±1,08 мкмоль·$м^{-2}$·$с^{-1}$ (табл. 2). Средние величины фотосинтеза сформировавшихся листьев уменьшились по сравнению с состоянием, когда саженцы не испытывали недостатка почвенной влаги, у *БК* и *БП* соответственно в 8,6 и 17,2 раза, молодых листьев – в 6 и 9 раз. Средние величины дыхания в почвенную засуху уменьшились у зрелых листьев *БК* и *БП* соответственно в 1,4 и 1,2 раза, молодых листьев – 1,2 и 1,3 раза. Большая вариабельность значений фотосинтеза в засуху вызвана значительными колебаниями содержания воды в сосудах. Там, где росли растения с меньшей площадью листьев, общее содержание воды оказывалось больше, так как в ходе суммарной транспирации испарялось меньшее количество воды. Хотя верхний слой почвы был практически сухим во всех сосудах, в глубине сосудов с меньшей площадью листьев еще оставалась какая-то доступная влага. Кроме того, проявлялись индивидуальные различия между растениями.

В связи с сильным падением фотосинтеза значительно изменились коэффициенты использования *ФАР* при фотосинтезе (K_p) и эффективности фотосинтеза (E_p). K_p у зрелых листьев *БК* и *БП* уменьшились соответственно в 6,5 и 10,3 раза, у молодых – в 3,7 и 6,6 раза. E_p у зрелых листьев *БК* и *БП* снизились соответственно в 6,1 и 7,8 раза, у молодых – в 3,1 и 3,7 раза. Подавление эффективности фотосинтеза в условиях почвенной засухи было более значительным у сформировавшихся листьев. Тенденция поддержать

углеродный баланс на приемлемом уровне проявлялась прежде всего у молодых листьев.

Как у молодых, так и у зрелых листьев *БК* фотосинтез снижался в меньшей степени, чем у *БП*. Это связано с более сильной устьичной регуляцией у *БП*, которая оперативно реагирует на увеличивающийся водный стресс. Устьица у *БК* дольше остаются приоткрытыми, что дает некоторый выигрыш в поглощении CO_2, но небезопасно при критической потере влаги. Дальнейшая усушка сосудов привела к практически полному прекращению фотосинтеза у *БК*, крайне невыгодному с точки зрения углеродного и водного баланса состоянию, и, как результат, к пожелтению примерно 20–30 % зрелых листьев. Растения же *БП* еще какое-то время сохраняли очень низкий, но положительный баланс и поддерживали соотношение поглощаемой углекислоты и потери влаги на приемлемом уровне. После обильного полива фотосинтез у всех растений довольно быстро восстанавливался практически до нормального уровня.

В отличие от дня с хорошей оводненностью почвы, при сильной почвенной засухе не обнаружено статистически достоверных различий в параметрах сформировавшихся и молодых листьев. Статистически значимые отличия для двух сравниваемых дней получены для P, K_p и E_p в каждой группе листьев. Какие-либо достоверные различия отсутствовали для дыхания, а также при сравнении параметров у *БК* и *БП*.

Выводы

Таким образом, в условиях атмосферной засухи и высокой температуры воздуха при достаточном количестве почвенной влаги у саженцев *БП* и *БК* обнаружены достоверные различия в CO_2-газообмене молодых и сформировавшихся листьев. В условиях водного стресса фотосинтез уменьшался в среднем в 12 раз у сформировавшихся листьев и в 7,5 раза у молодых. Хотя у молодых листьев поглощение углекислоты снижалось в меньшей степени, чем у сформировавшихся, различия в фотосинтезе нивелировались из-за большой вариабельности показаний. Статистически значимой разницы в величинах дыхания как в нормальных условиях, так и при водном стрессе выявить не удалось. Обнаружена тенденция большего поглощения углекислоты карельской березой по сравнению с березой повислой при недостатке почвенной влаги.

Литература

Болондинский В. К. Исследование зависимости фотосинтеза от интенсивности солнечной радиации, температуры и влажности воздуха у растений карельской березы и березы повислой // Труды Карельского научного центра РАН. 2010. № 2. С. 3–10.

Болондинский В. К., Придача В.Б., Позднякова С. В., Виликайнен Л. М. Исследование газообмена у листьев карельской березы и березы повислой в аномально жаркое лето 2010 г. // Растение и стресс: тез. докл. Всерос. симпозиума. М., 2010. С. 66–67.

Заленский О. В. Эколого-физиологические аспекты изучения фотосинтеза. 37-е Тимирязевское чтение. Л.: Наука, 1977. 57 с.

Кайбеяйнен Э. Л. Параметры световой кривой фотосинтеза у *Salix dasyclados* и их изменение в ходе вегетации // Физиол. раст. 2009. Т. 56, № 4. С. 490–499.

Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 382 с.

Ceulemans R., Impens I. Study of CO_2 Exchange Processes, Resistances to Carbon Dioxide and Chlorophyll Content during Leaf Ontogenesis in Poplar // Biol. Plant. 1979. Vol. 21. P. 302–306.

Oleksyn J., Zytkowiak R., Reich P. B. et al. Ontogenetic Patterns of Leaf CO_2 Exchange, Morphology and Chemistry in *Betula pendula* Trees // Trees. 2000. Vol. 14. P. 271–281.

Patton L., Jones M. B. Some Relationships between Leaf Anatomy and Photosynthetic Characteristics of Willows // New Phytol. 1989. Vol. 111. P. 657–661.

Reich P. B. Relationships between Leaf Age, Irradiance, Leaf Conductance, CO_2 Exchange, and Water Use Efficiency in Hybrid Poplar // Photosynthetica. 1984. Vol. 17. P. 445–453.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Болондинский Виктор Константинович
научный сотрудник, к.б.н.
ИЛ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: bolond@krc.karelia.ru
тел. (8142) 768160

Виликайнен Людмила Матвеевна
физик
ИЛ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: bolond@krc.karelia.ru
тел. (8142) 768160

Bolondinskii, Viktor
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bolond@krc.karelia.ru
tel. (8142) 768160

Vilikainen, Ludmila
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bolond@krc.karelia.ru
tel. (8142) 768160

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 16–20.

УДК 597.2/.5:577.151.04:574.24

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОН S-ТРАНСФЕРАЗЫ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СЕВЕРНЫХ ВОДОЕМОВ

Е. В. Борвинская, Л. П. Смирнов, И. В. Суховская, Н. Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В статье приводятся данные сравнительного анализа активности глутатион S-трансферазы (GST), фермента второй фазы биотрансформации ксенобиотиков, в печени, мышцах, почках и жабрах щук (*Esox lucius* L.), сигов (*Coregonus lavaretus* L.) и плотвы (*Rutilus rutilus* L.), выловленных из чистого водоема и водоема, загрязненного отходами железорудного производства. Исследованы видовая специфика активности фермента, а также зависимость показателей активности от возраста изучаемых рыб. Результаты свидетельствуют о чувствительности GST к минеральному загрязнению и указывают на активацию механизмов биохимической адаптации гидробионтов под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а : глутатион S-трансфераза, рыбы, минеральное загрязнение, экологический мониторинг.

E. V. Borvinskaya, L. P. Smirnov, I. V. Sukhovskaya, N. N. Nemova. GLUTATHIONE S-TRANSFERASE IN SOME NORTHERN FRESHWATER FISHES: THE EFFECT OF WATER MINERALIZATION

The comparative studies of glutathione S-transferase (GST) activity were performed on liver, muscles, kidneys and gills of pike (*Esox lucius* L.), whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.) from a reference lake and the polluted mining factory lake. Species and age variability was also investigated. GST activity was found to be altered in the polluted area compared with the reference lake. We supposed that the altered GST activity is probably a metabolic adaptation of fish tissues to primarily mineral contamination.

K e y w o r d s : glutathione S-transferase, fish, water mineralization, ecological monitoring.

Введение

На водоем обычно действует целый комплекс экологических факторов, поэтому натурные исследования воздействий различного рода часто более объективны, чем модельные [Pandey et al., 2008; Fernandes et al., 2008]. Рыбы, как известно, являются удобными объектами при исследовании влияния различных ксенобиотиков, в том числе токсических, на живой организм [Кашулин и др., 1999; Немова, Высоцкая, 2004; Немова, 2005]. Они аккумулируют неблагоприятные эффекты комплекса различных воздействий, имеют сравнительно большие размеры и продолжительность жизни, обладают повышенной устойчивостью к ксенобиотикам, поэтому могут быть использованы для

прогноза различного рода воздействий на водные экосистемы.

Способность рыб к выживанию в изменяющихся условиях среды во многом зависит от диапазона адаптивных возможностей комплекса защитных систем организма, в том числе двухфазной системы биотрансформации ксенобиотиков. Функционирование этой системы осуществляется через каскадное взаимодействие набора ферментов, участвующих в обезвреживании токсических веществ, одним из которых является глутатион S-трансфераза (GST). Модифицирующее действие на активность GST многих чужеродных соединений техногенного происхождения, таких как полиароматические углеводороды, хлорированные бифенилы, тяжелые металлы и др., делают перспективным применение этого фермента в качестве биомаркера антропогенного воздействия на биоту [Blanchette et al., 2007; Левина и др., 2007; Борвинская и др., 2009]. В литературе практически отсутствуют данные о влиянии изменения минерального состава среды на активность GST. Кроме того, очень мало работ связано с изучением особенностей функционирования этого фермента у рыб, являющихся обитателями пресноводных экосистем Субарктики.

Задача настоящего исследования – изучение активности GST у пресноводных рыб, выловленных из водоемов с разным уровнем минерализации.

Материал и методы

В работе использованы три вида пресноводных рыб: щука (*Esox lucius* L.), сиг (*Coregonus lavaretus* L.) и плотва (*Rutilus rutilus* L.).

Материал собирали в июне 2009 и 2010 г. в озерах, расположенных на севере Республики Карелия. Оз. Костомукшское (64°61′ с.ш., 30°47′ в.д.) используется Костомукшским горнообогатительным комбинатом для сброса промывных вод и захоронения пылеобразных фракций пустой породы (хвостов обогащения). В настоящее время вода в озере отличается аномально высокой минерализацией (до 646 мг/л), в основном за счет ионов K^+, Na^+, Ca^{2+}, SO_4^{2-}, HCO^{3-}, а также большим количеством мелкодисперсной минеральной взвеси (1,34 мг/л) [Состояние водных объектов.., 2007; Ильмаст и др., 2010]. Размерно-весовые характеристики (АС, вес) пойманных в этом озере рыб: щука 31,5–50 см, 264–923 г; сиг 22–32,5 см, 101–770 г; плотва (АД, вес) 13–17,5 см, 50–71 г. Возраст рыб составлял 3–8 лет для щуки, 4–12 лет для сига и 5–8 лет для плотвы. В 2010 г. в хвостохранилище отловлены рыбы со следующими характеристиками без разделения по полу: щука 38,2–47,5 см, 437–1374 г; сиг 18,5–23,2 см, 62–112 г; плотва 13,3–14,5 см 42–50 г. Возраст рыб составлял 3–5 лет.

В качестве контроля использовали рыбу, выловленную в тот же период из чистого оз. Каменное (64°28′ с.ш., 30°13′ в.д.), которое расположено на территории Костомукшского государственного заповедника и считается эталонным водоемом таежной зоны. Общая минерализация воды в озере составляет около 11 мг ионов на литр [Состояние водных объектов.., 2007]. Размерно-весовые характеристики рыб из улова 2009 г.: щука 46–78 см, 815–3000 г; сиг 19–31 см, 51–292 г; плотва 15,8–24,6 см, 61–284 г. Возраст рыб составлял 5–9 лет для щуки, 2–6 лет для сига и 5–11 лет для плотвы. В 2010 г. отловлены щука 47,6–56,2 см, 834–1374 г; сиг 18,8–23,8 см, 60–115 г; плотва 14,1–15,7 см, 52–63 г. Возраст 3–5 лет.

Активность GST определяли в печени, мышцах, почках и жабрах рыб. Органы извлекали сразу после вылова и хранили до анализа в жидком азоте. Образцы ткани измельчали с помощью гомогенизатора Поттера-Эльвейэма в 0,125 М калий-фосфатном буферном растворе (pH 6,5), взятом в соотношении 1:10 – 1:900 в зависимости от типа ткани. Гомогенат центрифугировали при 110000g в течение часа при 4°C на ультрацентрифуге Optima 80L (Beckman, USA). Активность фермента регистрировали в надосадочной жидкости по возрастанию оптической плотности (D_{340}) продукта конъюгации 1-хлоро-2,4-динитробензола (CDNB) с восстановленным глутатионом (GSH) [Habig et al., 1974]. Концентрацию белка в супернатанте оценивали по поглощению при 205 нм [Noble and Bailey, 2009; Суховская и др., 2010], используя бычий сывороточный альбумин и восстановленный глутатион в качестве стандартов при построении калибровочного графика. Относительную активность GST рассчитывали по количеству μмоль CDNB, превращенного ферментом за 1 мин в пересчете на мг белка в цитозоле.

Статистическая обработка данных велась с применением многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA) и рангового коэффициента корреляции Спирмена. Порог доверительной вероятности при оценке достоверности различий принят равным 0,95. Данные представлены в таблицах в виде медиан значений.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов за 2009 г. показал, что исследованные виды рыб по-разному реагируют на изменение минерального состава среды (табл. 1). Так, у плотвы, выловленной из оз. Костомукшское, не было выявлено статистически значимых изменений в активности GST, хо-

тя в жабрах и почках наблюдалась тенденция к снижению активности фермента по сравнению с рыбами из контрольного водоема. У сигов различия между вариантами выявлены только в почках (активность GST у опытных рыб ниже в 2,4 раза), но при заданном $p \leq 0,05$ они также статистически не значимы.

Между щуками из опытного и контрольного водоемов статистически достоверные отличия по исследованному показателю выявлены в жабрах и почках. У щук из сильноминерализованного оз. Костомукшское активность GST была в 1,8 раза (жабры) и 4,9 раза (почки) выше, чем у рыб из контрольного озера.

В мышцах всех исследованных видов рыб различия между вариантами эксперимента были несущественными либо отсутствовали.

Так как использованная в экспериментах рыба имела большой возрастной диапазон, был проведен корреляционный анализ, который показал наличие положительной зависимости между возрастом и активностью GST в мышцах щук, выловленных в 2009–2010 гг. из оз. Костомукшское (r_s =0,71) и в 2009 г. из оз. Каменное (r_s =0,65). В жабрах щук из оз. Каменное в 2009 г. корреляция была отрицательной (r_s = –0,52), а в жабрах сигов из уловов 2009 г. в оз. Костомукшское выявлена сильная положительная зависимость (r_s =0,78). В отличие от полученных нами результатов, другие исследователи [Larose et al., 2008; Ирейкина, 2008] не выявили зависимости между активностью GST и возрастом у таких рыб, как окунь, ряпушка и камбала.

Из уловов 2010 г. для анализа была отобрана рыба с небольшими различиями по длине, весу и возрасту. В ряде тканей активность GST у рыб в 2010 г. была выше по сравнению с 2009 г., например, в почках плотвы независимо от места вылова (в 3–11 раз) и жабрах плотвы из оз. Каменное (в 4 раза) (табл. 2). Если в 2009 г. у рыб, отловленных в оз. Костомукшское, активность фермента в жабрах и почках была ниже, а в печени выше, чем в контроле, то в 2010 г. вектор изменений показателей активности был противоположным. Тем не менее анализ активности GST в тканях плотвы, выловленных из водоема с высоким уровнем минерализации в 2010 г., так же как и в 2009 г., не выявил каких-либо существенных различий по сравнению с рыбами из контрольного водоема.

Более высокая активность GST в мышцах и почках рыб из уловов 2010 г. по сравнению с предыдущим годом обнаружена также у сига и щуки. Причина этого явления пока неясна. Вероятно, этот феномен может быть связан с влиянием на рыбу комплекса внешних факторов – климатических условий, гидрологического и гидрохимического режимов, существовавших в том или ином году в период сбора материала.

В экспериментах 2010 г. были использованы сиги, имевшие близкие размерно-весовые характеристики и возраст. Активность GST в жабрах, мышцах и почках имела сходные значения и только в печени рыб она была достоверно ниже у сигов из опытного водоема по сравнению с контролем.

Статистически значимое повышение активности фермента в жабрах и почках щук из опытного водоема, пойманных в 2009 г., сохранялось у рыб из уловов 2010 г. Полученные данные можно объяснить, на наш взгляд, участием GST в поддержании интенсивного метаболизма в этих тканях. В условиях минерального загрязнения (в 60 раз превышающего контроль) на жабры и почки ложится большая нагрузка по поддержанию солевого баланса в организме. Усиленный режим работы этих органов может быть причиной нако-

Таблица 1. Активность GST (μM CDNB/мин/мг белка) в тканях рыб из озер с разным уровнем минерализации (вылов 2009 г.)

Орган, ткань	Плотва		Сиг		Щука	
	оз. Костомукшское	оз. Каменное	оз. Костомукшское	оз. Каменное	оз. Костомукшское	оз. Каменное
Жабры	16,03	29,71	9,41	8,94	834,00*	465,95
Мышцы	8,22	8,50	10,37	7,78	7,37	6,35
Печень	98,07	71,88	108,23	92,75	699,88	704,62
Почки	3,79	13,55	18,22	42,48	31,96*	6,59

* Здесь и в табл. 2 различия между вариантами эксперимента статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Таблица 2. Активность GST (μM CDNB/мин/мг белка) в тканях рыб из озер с разным уровнем минерализации (вылов 2010 г.)

Органы, ткань	Плотва		Сиг		Щука	
	оз. Костомукшское	оз. Каменное	оз. Костомукшское	оз. Каменное	оз. Костомукшское	оз. Каменное
Жабры	68,97	50,94	10,49	11,10	623,97*	366,58
Мышцы	4,95	4,53	16,91	15,11	48,84	11,3
Печень	70,92	84,4	91,07*	103,69	938,82	830,52
Почки	41,56	38,73	48,46	44,59	45,68*	18,16

пления эндогенных токсинов, в том числе продуктов окислительного стресса, что в свою очередь является причиной активации ферментов системы детоксикации. Щука, являясь эвритопным видом, встречается в водоемах, существенно различающихся по минеральному составу, и приспособилась к обитанию в слабоэвтрофицированных озерах Карелии с очень низким уровнем минерализации, которые формировались по мере отступления ледника. Тем не менее у этой рыбы сохранились механизмы поддержания гомеостаза в условиях повышенной минерализации, несмотря на то что щука заселила озера Карелии тысячи лет назад после завершения ледникового периода.

Обращает на себя внимание то, что активность GST у данного вида рыб в жабрах и печени в целом отличалась очень высокими значениями. Из табл. 1–2 видно, что в печени и жабрах щуки, облигатного хищника, она была существенно выше (в 10–92 раз), чем в тканях плотвы и сига, для которых характерно смешанное питание. Так как щука является конечным хищником в субарктических пресных водоемах, у нее могли эволюционно выработаться механизмы усиленной защиты от накопления токсикантов в пищевой пирамиде, что подтверждается данными других исследований по влиянию пищевой ориентации трофического уровня на активность ферментов детоксикации [Solé et al., 2009].

Из трех видов рыб, обитающих в оз. Костомукшское, плотва демонстрирует наиболее слабый ответ GST на внешнее воздействие. Это может указывать на низкий адаптационный потенциал детоксикационной системы этих рыб, что обусловливает большую чувствительность к антропогенному загрязнению. Нарушенное соотношение полов в популяции плотвы из оз. Костомукшское, где в уловах доминируют самки (90%) [Такшеев, 2005; Ильмаст и др., 2010], свидетельствует в пользу слабой устойчивости данного вида к негативным факторам, так как самцы, как правило, менее резистентны и начинают элиминироваться из водоемов, испытывающих значительную техногенную нагрузку [Лукин и др., 1984].

Хотя в тканях сига наблюдали изменение активности GST под влиянием техногенных вод, тем не менее различия были достоверны только в печени рыб, а тренд изменений отличался по годам. В свою очередь в почках и жабрах щуки различия между вариантами эксперимента были статистически значимы и имели межгодовую повторяемость, это позволяет сделать вывод о том, что активность GST в этих органах щуки может быть использована как один из маркеров реакции рыб северных водоемов на изменение минерального состава водной среды. Следует отметить, что некоторые исследователи считают нецелесообразным применение GST как биомаркера загрязнения водной среды, так как в 77% лабораторных и полевых исследований не было зафиксировано однозначного ответа этого фермента на воздействие [Van der Oost et al., 2003]. При этом в подавляющем большинстве случаев изучалась активность GST только в печени рыб, тогда как другие органы оставались без внимания исследователей. Наши данные показывают, что изучение тканеспецифических особенностей функционирования молекулярных биомаркеров позволяет расширить список видов-индикаторов, которые могут быть использованы в экологическом мониторинге того или иного региона.

Таким образом, было выявлено влияние высокого уровня минерального загрязнения на активность GST у рыб. Изменение активности фермента, участвующего в детоксикации широкого ряда липофильных органических токсикантов, может указывать на неспецифическую реакцию организма в ответ на стресс, вызванный изменением ионного состава среды. Использование живыми системами неспецифических реакций в адаптациях к тем или иным факторам является благоприобретенной эволюционной особенностью, которая способствует минимизации метаболических трат при развитии защитных механизмов и повышает адаптивные возможности организмов.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что активность GST может быть использована в качестве дополнительного биохимического маркера при оценке состояния рыб – обитателей северных водоемов с повышенной степенью минерализации.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ «Ведущие научные школы Российской Федерации» НШ 3731.2010.4; программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» на 2009–2011 гг.; Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» на 2009–2011 гг.

Литература

Борвинская Е. В., Смирнов Л. П., Немова Н. Н. Глутатион S-трансферазы рыб – потенциальные эколого-биохимические индикаторы антропогенного воздействия на водную среду // Труды Карельского научного центра РАН. 2009. № 3. С. 8–20.

Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П., Такшеев С. А., Кучко Я. А. Плотва (*Rutilus rutilus*) Костомукшского хвостохранилища /// Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов: матлы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Саранск, 2010. С. 67–70.

Ирейкина С. А. Молекулярные биомаркеры антиоксидантной системы и биотрансформации загрязняющих веществ у рыб и моллюсков из импактных районов залива Петра Великого (Японское море): автореф… канд. биол. наук. Владивосток, 2008. 20 с.

Кашулин Н. А., Лукин А. А., Амудсен П. А. Рыбы пресных вод субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1999. 142 с.

Левина И. Л., Москвичев Д. В., Зинчук О. А. Экологические аспекты токсичности азоловых пестицидов для гидробионтов. Ростов-на-Дону, 2007. 180 с.

Лукин А. А., Моисеенко Т. И., Кашулин Н. А. Мониторинг природной среды Кольского Севера. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1984. С. 58–63.

Немова Н. Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука, 2005. 164 с.

Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215 с.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2007. 210 с.

Суховская И. В., Борвинская Е. В., Смирнов Л. П., Немова Н. Н. Сравнительный анализ методов определения концентрации белка – спектрофотометрии в диапазоне 200–220 нм и по Бредфорд // Труды Карельского научного центра РАН. 2010. № 2. С. 68–71.

Такшеев С. А. Состояние рыбной части сообщества Костомукшского хвостохранилища и его оценка биохимическими методами: дис… канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 122 с.

Blanchette B., Feng X., Singh B. R. Marine Glutathione S-Transferases // Mar. Biotechnol. 2007. Vol. 9, N 5. P. 513–542.

Fernandes C., Fontannhas-Fernandes A., Ferreira M., Salgado M.A. Oxidative stress response in gill and liver of Liza saliens, from the Esmoriz-Paramos Coastal Lagoon, Portugal // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2008. Vol. 55. P. 262–269.

Habig W. H., Pabst M. J., Jakoby W. B. Glutathione S-Transferases.The first enzymatic step in mercapturic acid formation // J. Biol.Chem. 1974. Vol. 249, N 22. P. 7130–7139.

Larose C., Canuel R., Lucotte M., Di Giulio R.T. Toxicological effects of methylmercury on walleye (*Sander vitreus*) and perch (*Perca flavescens*) from lakes of the boreal forest // Comp. Biochem. Physiol. 2008. Vol. 147. Part C. P. 139–149.

Noble J. E. and Bailey M.J. A. Quantitation of Protein // Methods Enzymol. 2009. Vol. 463. P. 73–95.

Pandey S., Parvez S., Ansari R.A. et al. Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, histological and ultrastructural features of gills of a freshwater fish, *Channa punctata Bloch* // Chem. Biol. Interact. 2008. Vol. 174, N 3. P. 183–192.

Solé M., Rodríguez S., Papiol V. et al. Xenobiotic metabolism markers in marine fish with different trophic strategies and their relationship to ecological variables // Comp. Biochem. and Physiol. 2009. Vol. 149. Part C. P. 83–89.

Van der Oost R., Beyer J., Vermeulen P.E. Fish Bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2003. Vol. 13. P. 57–149.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Борвинская Екатерина Витальевна
стажер-исследователь
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: katsu@inbox.ru
тел. (8142) 571879

Borvinskaya, Ekaterina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: katsu@inbox.ru
tel. (8142) 571879

Смирнов Лев Павлович
ведущий научный сотрудник, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: leo@bio.krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Smirnov, Lev
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: leo@bio.krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Суховская Ирина Викторовна
научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: suhovska@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Suhovskaya, Irina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: suhovska@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Немова Нина Николаевна
директор ИБ КарНЦ РАН, зав. лаб. экологической физиологии растений, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nemova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783615

Nemova, Nina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nemova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783615

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 21–27.

УДК 597.552.511:(591.5+575.21)

РЕОРЕАКЦИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ГРУПП СЕГОЛЕТОК АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.)

А. Е. Веселов[1], Д. С. Павлов[2], М. А. Скоробогатов[2], Д. А. Ефремов[1], К. Ю. Потапов[3]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН*
[3] *Петрозаводский государственный университет*

Экспериментально исследовали локомоторные показатели реореакции сеголеток атлантического лосося двух фенотипических групп, образовавшихся после расселения из близко расположенных нерестовых гнезд. Показано, что заселение микробиотопов, имеющих различные гидрологические характеристики, определяется реореакцией мальков. Часть из них проявляла повышенную способность сопротивляться потоку и заселяла микробиотопы с высокими скоростями течения. В дальнейшем это должно отразиться на формировании возрастных групп по срокам обитания в реке (от 2 до 4 лет) и на наступлении смолтификации.

К л ю ч е в ы е с л о в а: молодь атлантического лосося, фенотипические группы, реореакция, локомоторные компоненты.

A. E. Veselov, D. S. Pavlov, M. A. Skorobogatov, D. A. Efremov, K. Yu. Potapov. **RHEOTACTIC RESPONSES AND PHENOTYPIC AGGREGATION OF JUVENILE ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR***

Movement parameters of the rheotactic response of juvenile Atlantic salmon from two phenotypic aggregations which had formed after the dispersal of fry from closely situated spawning redds were tested under experimental conditions. It was showed that occupation of micro habitats with different hydrological parameters depends on by the rheotactic response of the fry. Part of them demonstrated higher ability to resist water currents and occupied sites with high current velocities. Obviously, it may eventually affect the rate of accumulation of phenotypic differences, formation of age groups differing in the duration of stay in the river (2 to 4 years), as well as early or late onset of smoltification.

K e y w o r d s: juvenile Atlantic salmon, phenotypic aggregation, rheotactic responses.

Введение

Данные подводных наблюдений 2005–2007 гг. показали, что в прибрежной части порога Ареньгский основного русла р. Варзуги и в устье впадающего в него притока Ареньга ежегодно к IV декаде июня образуются скопления ранних сеголеток лосося. Происходит это в результате их расселения из нерестовых гнезд центральной части порога [Pavlov et al., 2010]. По возникшим в течение летнего периода различиям в размерно-весовых и биохимических показателях (энергетического обмена и липидного статуса) было доказано формирование из

этих скоплений устойчивых фенотипических групп [Павлов и др., 2007а,б, 2008].

Известно, что основной врожденной поведенческой реакцией рыб, обитающих в потоке, является реореакция, она компенсирует снос рыб против течения и способствует их удержанию в районе обитания [Павлов, 1979]. В онтогенезе молоди рыб существенные изменения показателей происходят на первых этапах развития, так как интенсивно меняется морфология тела, развиваются локомоторные органы, органы чувств и плавательная способность [Васнецов, 1953; Алеев, 1963; Павлов, 1979, 1986]. Для реореакции это сопровождается снижением пороговых и увеличением критических скоростей течения. Реореакция может служить мерой отношения к потоку и быть ключом к раскрытию адаптивных механизмов, реализуемых в поведении рыб. Она влияет на закономерности пространственного расселения рыб и соответственно на возникновение фенотипических групп сеголеток лосося.

В связи с этим задача работы заключалась в изучении роли реореакции при расселении сеголеток лосося из нерестовых гнезд и формировании фенотипических групп.

Материалы и методы

Наблюдения за расселением сеголеток из нерестовых гнезд и образованием прибрежных и устьевых групп проводили в 2005–2007 гг. с помощью подводного метода, позволяющего получить достоверные данные [Keenleyside, 1962; Wankowski, Thorpe, 1979; Павлов и др., 1981]. Используя аппарат электролова (Fa-2, Норвегия), сеголеток (0+) собирали с площадей микробиотопов в прибрежной части порога главного русла р. Варзуги и в устье притока Аренья (66°32′43″ с.ш., 36°12′06″ в.д.). Мальков (в каждой пробе 30 экз.) отлавливали с момента образования устойчивых групп в последней декаде июня и повторно в первую декаду августа, выдерживая в русловых садках в течение суток до начала эксперимента.

Исследовали локомоторную компоненту реореакции сеголеток лосося. Эксперименты проводили в специально сконструированной гидродинамической установке (рис. 1). Экспериментальная камера представляет собой стеклянную трубку диаметром 20 мм и длиной 1 м, в головной части которой находятся успокоители потока. Скорость течения внутри рабочей камеры изменяли в пределах 0–0,8 м/с при помощи двух кранов, установленных перед трубкой. В рабочую камеру, предварительно наполненную водой, через разъем сливного патрубка пересаживали по одному мальку из исследуемой фенотипической группы.

У каждого малька измеряли три показателя реореакции с трехразовой повторностью. Пороговая скорость течения ($V_{пор.}$) для реореакции регистрировалась при медленном (30–40 с) увеличении скорости течения от нулевого значения до момента, когда малек начинал проявлять двигательную реакцию в виде нистагма глаз, изгиба плавников или хвостовой части тела. Показатель $V_{акт.}$ характеризовал достижение (за 15–20 с) такой скорости течения, при которой ориентированный против течения малек, находясь в тактильном контакте с дном, переставал удерживаться только за счет прижимного давления потока на плавники и включал активную локомоцию. Критическая скорость ($V_{крит.}$) течения (выставлялась за 10 с) отмечалась при прекращении мальком сопротивления наибольшей скорости течения и сбросе его на защитную сетку. После эксперимента мальков взвешивали и измеряли длину.

Скорость течения в экспериментальной камере находили, измеряя объем воды (W) в мерном сосуде и время (t) его наполнения из сливного патрубка. Объем воды в мерном сосуде в опытах изменялся в пределах от 50 до 1000 см^3.

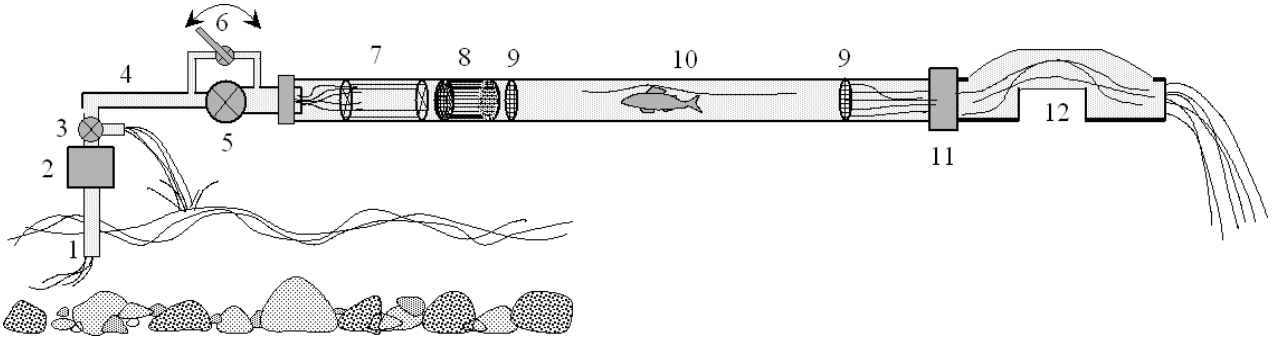


Рис. 1. Схема гидродинамической установки

1 – всасывающий патрубок, 2 – электронасос, 3 – водосбросной кран, 4 – шланг водоподачи, 5 – вентильный кран (сильный поток), 6 – шаровый кран (слабый поток), 7, 8 – успокоители потока, 9 – защитная сетка, 10 – экспериментальная камера, 11 – разъем для посадки рыбы, 12 – колено для поддержания уровня воды при отсутствии течения

По этим величинам рассчитывали расход воды в трубе Q = W/t, а затем вычисляли среднюю скорость течения – V = Q/S, где S – площадь поперечного сечения трубы, S = 3,14 см^2.

Результаты и обсуждение

Образование фенотипических групп сеголеток лосося. Нерестовые гнезда атлантического лосося с вылупившимися эмбрионами располагались в центральной части главного русла р. Варзуги. С помощью подводных наблюдений установлено, что в течение 2–3 суток при подъеме температуры воды от 9 до 12–13°С личинки (обычно к 12–16 июня) появляются в поверхностном слое галечного грунта (рис. 2 а). В области расположения нерестовых гнезд плотность личинок достигала 13–17 экз./м^2. Затем в течение пяти суток происходило их массовое активно-пассивное расселение, в основном по направлению речного потока. В этот период личинки полностью переключались на экзогенное питание, у них закладывался чешуйный покров и завершался переход на стадию малька. Плотность распределения в шлейфе расселения снижалась до 3, реже 7 экз./м^2 (рис. 2 б). На седьмые сутки мальков обнаруживали на границе порога с плесом, одновременно прекращалось их расселение по течению (рис. 2 в). Плотность распределения колебалась в тех же пределах, однако на восьмой-девятый день преобладающим становилось активное, против потока перераспределение из случайно заселенных микробиотопов вдоль границы порога к прибрежным участкам главного русла или в устье притока Ареньга (рис. 2 г, д). Здесь, в прибрежье и устье ежегодно образовывались фенотипические группы (рис. 2 е), из которых мальков отлавливали для эксперимента (участки I и II). Плотность распределения в этих группах к концу июня составляла 2–12 экз./м^2.

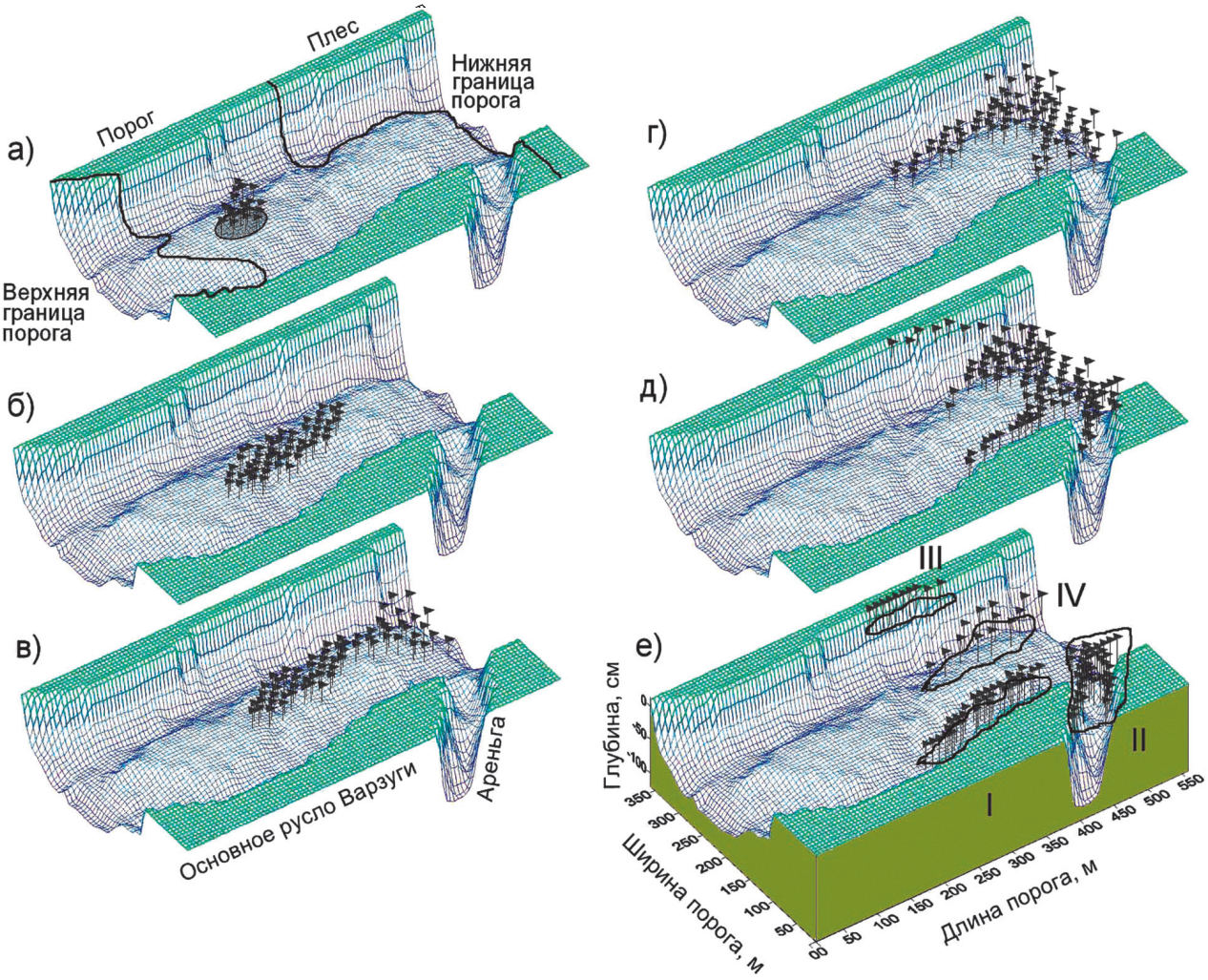


Рис. 2. Схема расселения сеголеток лосося из нерестовых гнезд центральной части порога р. Варзуги (а – е) и формирования фенотипических групп (е)

I – прибрежная (правая), II – устьевая в Ареньге, III – прибрежная (левая), IV – русловая

Сравнение микробиотопов показало, что в притоке (участок II) грунт крупнее. Он состоит на 35–45 % из мелких (5–10 см) и на 40–50 % из средних размеров валунов (11–25 см), содержание гальки (1,0–4,9 см) не превышало 15 %. На таком грунте хорошо представлены нитчатые водоросли и обрастания мха, способствующие развитию кормовой базы – зообентоса беспозвоночных организмов [Шустов, 1983]. Фракционный состав грунта прибрежного правого участка (I), где отлавливали мальков, напротив, состоял преимущественно из гальки (до 65–80 %) и мелких валунов (15–30 %), а также содержал незначительное (около 5 %) количество валунов средних размеров. Этот грунт почти не имел обрастаний. Оценка варьирующих глубин в целом не выявила существенных различий по микробиотопам, однако средняя поверхностная скорость течения в притоке Ареньга (0,97 м/с), кроме периода малой воды в августе, была достоверно выше за счет большего уклона русла, чем в прибрежье Варзуги (0,58 м/с).

Таким образом, участок обитания в притоке за счет более крупных фракций грунта и повышенных скоростей течения обеспечен более разнообразными микростациями для молоди лосося. Это также подтверждалось плотностью распределения: 7–12 экз./100 м^2 в притоке и 2–5 экз./100 м^2 в прибрежье. Далее экспериментально исследовали образовавшиеся две фенотипические группы сеголеток лосося на различия в локомоторных показателях реореакции.

Локомоторные показатели реореакции фенотипических групп сеголеток лосося. Экспериментально установлено, что минимальная скорость течения ($V_{пор.}$), стимулирующая двигательную реакцию в виде нистагма глаз, изгиба плавников, достоверно не различается между особями обоих групп как в июне, так и в августе (табл.). Можно предположить, что проявление реореакции на пороговую скорость течения, или чувствительность к потоку, изначально одинакова у сеголеток лосося и различия, как показано [Veselov et al., 1998; Веселов и др., 2001], проявляются лишь в возрасте 1+ и старше. Следовательно, показатель $V_{пор.}$ менее существен для избрания будущего микробиотопа обитания, чем способность лавировать и физически противостоять неоднородному турбулентному потоку при совершении пищевых или оборонительных бросков и перемещении в придонном пространстве.

В связи с этим при усилении потока исследовали более значимые для активного освоения подвижного пространства обитания показатели $V_{акт.}$ и $V_{крит.}$

Показатель $V_{акт.}$ характеризует достижение такой скорости течения, при которой малек, находясь в тактильном контакте с дном, перестает удерживаться только за счет прижимного давления потока на развернутые им грудные и брюшные плавники. Происходит смещение его относительно неподвижных ориентиров, что и стимулирует включение локомоции, обеспечивающей возврат и устойчивое поддержание исходной позиции. Установлено, что в июне показатель $V_{акт.}$, измеренный у мальков прибрежной группы основного русла р. Варзуги, достоверно меньше, чем у мальков из устья притока. К августу эти различия усиливаются (см. табл.). Это свидетельствует о раннем включении локомоции прибрежными сеголетками и, следовательно, совершаемыми ими повышенными энергетическими тратами в одинаковых с устьевыми мальками условиях потока.

Другой локомоторный показатель реореакции – $V_{крит.}$ – характеризует краткосрочно выдерживаемую максимальную для малька скорость потока. Его значения отражают способность рыбы совершать пищевые или оборонительные броски из спокойных по течению придонных слоев в толщу воды, характеризующуюся стремительным потоком. Например, на таких участках порогов, где поверхностная скорость течения около 1,5–2 м/с, что не редкость для лососевых нерестовых рек [Веселов, Калюжин, 2001; Калюжин и др., 2009]. Экспериментально нами выявлены достоверные различия по этому показателю между обеими группами в пользу устьевых мальков (II), причем они возрастают в летний период (см. табл.).

Анализируя оба показателя ($V_{акт.}$ и $V_{крит.}$), можно сказать, что в динамичных по структуре потока речных условиях обитания для устьевых сеголеток с развитием реореакции и локомоторных способностей повышается доступность по градиенту скоростей течения разнообразных микробиотопов и микростаций [Веселов, Калюжин, 2001]. Это в свою очередь связано с широтой вариации кормовых условий [Барышев, Веселов, 2003; Барышев, 2004], определяющих темп роста [Шустов, Смирнов, 1978]. Например, исследования бентоса в бассейне р. Варзуги показали, что в среднем количество амфибиотических насекомых существенно больше в притоках, чем в главном русле [Барышев, Веселов, 2003; Барышев, 2004], поэтому к августу среди образовавшихся групп проявились четкие размерно-весовые различия (см. табл.).

Во многих притоках нерестовых рек, имеющих сложную гидрографическую структуру, складывается более благоприятное для сеголеток лосося и развития кормовых организмов сочетание рельефа и гидрологических факторов (глубина, скорость течения, фракционный состав грунта). В июне – начале июля в прибрежных микробиотопах Варзуги поверхностная скорость течения была ниже, чем в устье

Сравнительная характеристика показателей реореакции для прибрежной и устьевой фенотипических групп сеголеток лосося р. Варзуги в июне и августе

Период вылова, группы сеголеток (n = 30)		Показатели реореакции			Длина, см	Вес, г
		$V_{пор.}$	$V_{акт.}$	$V_{крит.}$		
Июнь,	Прибрежные	0,83±0,35	6,08±0,64	26,17±2,15	2,65±0,09	0,079±0,010
IV декада	Устьевые	1,02±0,54	7,77±0,80	34,27±2,33	2,73±0,12	0,094±0,015
Август,	Прибрежные	0,65±0,11	15,33±2,17	42,02±3,12	4,11±0,13	0,68±0,10
I декада	Устьевые	0,72±0,18	23,51±2,66	56,11±6,85	4,68±0,18	0,98±0,13

Ареньги. Установлено, что интенсивность заселения мальками притоков выше, чем их продвижение вдоль берега главного русла. Например, за 5–6 суток они перемещались от устья вверх по притоку на 250–300 м, а обитающие в прибрежье сеголетки – вдоль берега против течения всего на 100–150 м. Существенно и то, что разница дневных и ночных температур в притоках больше (5–7°С), чем в главном русле (3–5°С) [Павлов и др., 2008]. Это также может оказывать положительное влияние на рост молоди и накопление фенотипических различий [Сущеня, 1978; Константинов и др., 1987, 1989; Веселов, Калюжин, 2001], отражающихся на проявлении «силовых» ($V_{акт.}$ и $V_{крит.}$) показателей локомоторной компоненты реореакции и способности осваивать микробиотопы с высокими скоростями течения.

Таким образом, заселение микробиотопов, имеющих различные гидрологические характеристики, определяется реореакцией мальков. Часть из них проявляла повышенную способность сопротивляться потоку и заселила микробиотопы с высокими скоростями течения. У молоди лососевых (Salmonidae), как и у ряда других рыб, существует дифференциация на группы по морфологическим и физиолого-биохимическим показателям [Thorpe, 1977; Павлов и др., 2007б и др.]. Одна из предпосылок образования групп, по-видимому, связана с изначальной разнокачественностью икры по биохимическим показателям, например по липидному статусу [Нефедова и др., 2010]. Известно также, что икринки лососевых рыб, и в частности атлантического лосося, отличаются друг от друга по размерам, массе и объему запасенных веществ [Казаков, 1982]. Эта разнокачественность икры в последующем сказывается на интенсивности роста и развитии ранней молоди. Она влияет и на результаты первичного расселения сеголеток атлантического лосося из нерестовых гнезд [Веселов, Калюжин, 2001]. Можно предположить, что это определяет неодинаковые стартовые возможности расселения личинок в разные по условиям обитания микробиотопы и в значительной степени влияет на проявление такого интегрального показателя, как реореакция. Внутрипопуляционная неоднородность формируется под влиянием условий окружающей среды и встречается даже у потомства одной пары производителей [Павлов и др., 2007а]. Ее адаптивное значение заключается в повышении выживаемости молоди [Павлов и др., 2010].

Заключение

Выявленные по показателям реореакции устойчивые различия сравниваемых групп сеголеток, которые возникли сразу после расселения из одних и тех же нерестовых гнезд, по-видимому, свидетельствуют о первичном влиянии разнокачественности эмбрионов на формирование различий по показателям реореакции. Наличие фенотипических групп у сеголеток лосося, по нашему мнению, играет значительную роль в дальнейшей дифференциации молоди лосося, поэтому проявившиеся различия реореакции можно рассматривать как одну из предпосылок возникновения фенотипических групп. В дальнейшем эти различия отразятся на выживаемости в зимний период, темпе роста, сроках смолтификации и миграции на нагул молоди в море. Неоднородные условия среды обитания, как и начальная разнокачественность эмбрионов, вероятно, и определяют формирование сложной по числу прожитых лет в реке и море возрастной структуры атлантического лосося в крупных реках, например, Варзуге на Кольском полуострове [Казаков и др., 1992; Лысенко, Берестовский, 1999; Зубченко и др., 2002].

Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ (грант № 11-04-00686_а).

Литература

Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыб. М.: изд-во АН СССР, 1963. 247 с.

Барышев И. А. Амфибиотические насекомые выростных участков молоди атлантического лосося в бассейне реки Варзуга // Мат. II Всерос. симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2004. С. 7–13.

Барышев И. А., Веселов А. Е. Влияние кормовых условий на распределение молоди лосося в бассейне р. Варзуги (Кольский п-ов) // Тез. Междунар. конф. «Трофические связи в водных сообществах и экосистемах». Борок, 2003. С. 6.

Васнецов В. В. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М., 1953. С. 207–217.

Веселов А. Е., Калюжин С. М. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 2001. 160 с.

Веселов А. Е., Сысоева М. И., Бахмет И. Н. Изменение локомоторной компоненты реореакции в онтогенезе молоди атлантического лосося // Экологические проблемы онтогенеза рыб: физиолого-биохимические аспекты. М.: изд. МГУ, 2001. С. 125–134.

Зубченко А. В., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Биологические основы управления запасами семги в реке Варзуге и Варзугском рыбопромысловом районе: Практ. рекомен. Петрозаводск; Мурманск: Остленд, 2002. 77 с.

Казаков Р. В. Биологические основы разведения атлантического лосося. М.: Легкая и пищевая промсть, 1982. 144 с.

Казаков Р. В., Кузьмин О. Г., Шустов Ю. А., Щуров И. Л. Атлантический лосось реки Варзуги. СПб: Гидрометеоиздат, 1992. 108 с.

Калюжин С. М., Веселов А. Е., Лумме Я. И. Лососевые реки полуострова Рыбачий. Петрозаводск: изд-во Карельского научного центра РАН, 2009. 180 с.

Константинов А. С., Зданович В. В., Калашников Ю. Н. Влияние перемены температуры на рост эвритермных и стенотермных рыб // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27, вып. 6. С. 971–977.

Константинов А. С., Зданович В. В., Тихомиров Д. Г. Влияние осцилляции температуры на интенсивность обмена и энергетику молоди рыб // Вопр. ихтиологии. 1989. Т. 27, вып. 6. С. 1019–1027.

Лысенко Л. Ф., Берестовский Е. Г. Лососи реки Варзуга. Мурманск: изд-во ММБИ Кольского научного центра РАН, 1999. 36 с.

Нефедова З. А., Мурзина С. А., Руоколайнен Т. Р. и др. Липидный состав разных порций текучей икры атлантического лосося *Salmo salar* L. // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Т 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. Петрозаводск, 2010. С. 215–218.

Павлов Д. С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. М.: Наука, 1979. 319 с.

Павлов Д. С., Мочек А. Д., Капустин С. Н. Дневное распределение рыб в реке, по данным подводных наблюдений // Вопр. ихтиол. 1981. Т. 21, вып. 1. С. 177–180.

Павлов Д. С. Миграция рыб во внутренних водоемах и их связь с течениями // Журн. общей биологии. 1986. Т. 47, № 2. С. 173–182.

Павлов Д. С., Лупандин А. И., Костин В. В. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007а. 211 с.

Павлов Д. С., Мещерякова О. В., Веселов А. Е. и др. Показатели энергетического обмена у молоди атлантического лосося *Salmo salar*, обитающей в главном русле и притоке реки Варзуга (Кольский полуостров) // Вопр. ихтиол. 2007б. Т. 47, № 6. С. 819–826.

Павлов Д. С., Нефедова З.А., Веселов А.Е. и др. Липидный статус сеголеток атлантического лосося *Salmo salar* L. из разных микробиотопов р. Варзуга // Вопр. ихтиол. 2008. Т. 48, № 5. С. 679–685.

Сущеня Л.М. Рост водных животных в условиях колеблющихся температур // Труды ВГБО: Элементы водных экосистем. 1978. Т. 22. С. 140–150.

Шустов Ю. А., Смирнов Ю. А. Питание, рост и расселение молоди в реках // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Биологический режим, использование. Л.: Наука, 1978. 102 с.

Шустов Ю. А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 1983. 152 с.

Keenleyside M. H. A. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick // J. Fish. Res. Bd Canada, 1962. Vol. 19, N 4. P. 625–634.

Pavlov D. S., Ponomareva V. Yu., Veselov A. Je., Kostin V. V. Reoreaction as a Mechanism of Formation on Phenotypic Groups of Underyerling of the Atlantic Salmon *Salmo salar* // J. of Ichthyol. 2010. Vol. 50, N 6. P. 483–488.

Thorpe J. E. Bimodal distribution of length of juvenile Atlantic salmon under artificial rearing conditions // J. Fish Biol. 1977. Vol. 11. P. 175–184.

Wankowski J. W. J., Thorpe J. E. Spatial distribution and feeding in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. juveniles // J. Fish. Biol. 1979. Vol. 14, N 3. P. 239–248.

Veselov A. Je., Kazakov R. V., Sysoyeva M. I., Bahmet I. N. Ontogenesis of reotactic and optomotor responses of juvenile Atlantic salmon // Aquaculture. Special issue: Salmonid smoltification V. 1998. Vol. 168. P. 17–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Веселов Алексей Елпидифорович
главный научный сотрудник, д.б.н., профессор
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: veselov@krc.karelia.ru
тел. (8142) 767812

Павлов Дмитрий Сергеевич
директор ИПЭЭ РАН, академик РАН
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: pavlov@sevin.ru
тел. (495) 9522088

Veselov, Alexey
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: veselov@krc.karelia.ru
tel. (8142) 767812

Pavlov, Dmitry
Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Science
Leninsky pr., 33, 119071, Moscow, Russia
e-mail: pavlov@sevin.ru
tel. (495) 9522088

Скоробогатов Михаил Александрович
ведущий научный сотрудник, д.т.н., профессор
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: skorobogatov1@rambler.ru
тел. (495) 9522088

Ефремов Денис Александрович
ведущий биолог, аспирант
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: denisefremov@list.ru
тел. (8142) 769810

Потапов Кирилл Юрьевич
аспирант
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: liricman@gmail.com
тел. (8142)781741

Skorobogatov, Mikhail
Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Science
Leninsky pr., 33, 119071, Moscow, Russia
e-mail: skorobogatov1@rambler.ru
tel. (495) 9522088

Efremov, Denis
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: denisefremov@list.ru
tel. (8142) 769810

Potapov, Kirill
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: liricman@gmail.com
tel. (8142)781741

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 28–38.

УДК 591.545:597.552.51(282.247.211)

ОПЫТ ИСКУССТВЕННОЙ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.) В р. СУНЕ (БАССЕЙН ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)

А. Е. Веселов[1], Д. С. Павлов[2], М. А. Скоробогатов[2], Д. А. Ефремов[1], Е. Н. Белякова[3], К. Ю. Потапов[3]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН*
[3] *Петрозаводский государственный университет*

Разработана и испытана новая технология искусственного воспроизводства атлантического лосося. Завершение заводской инкубации икры происходит в речных условиях путем закладки в марте эмбрионов на стадии «глазок» в гнезда-инкубаторы и установки их на дно реки. Предложены две конструкции искусственных гнезд-инкубаторов икры, позволяющие получать жизнестойких мальков, самостоятельно расселяющихся по выростным участкам рек. В этих конструкциях для создания благоприятных условий развития эмбрионов используется естественно очищенный от наносов подрусловой поток. Испытания в течение 2,5 мес. гнезд, установленных на пороге р. Суны (бассейн Онежского озера), показали высокую эффективность инкубации икры в естественных условиях. В трубчатых гнездах-инкубаторах, вкручиваемых в грунт, выход личинок достиг 95 %, в плоских, прижимаемых ко дну, – 94–97 %. Результатом инкубации стало самостоятельное расселение жизнестойких личинок лосося из гнезд-инкубаторов по выростному участку порога.

К л ю ч е в ы е с л о в а : атлантический лосось, инкубация икры, гнездо-инкубатор.

A. E. Veselov[1], D. S. Pavlov[2], M. A. Skorobogatov[2], D. A. Efremov[1], E. N. Belyakova[3], K. Yu. Potapov[3]. AN EXPERIENCE OF ARTIFICIALLY INCUBATING ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR* L.) EGGS IN THE SUNA RIVER (LAKE ONEGA BASIN)

A new technology for artificial reproduction of Atlantic salmon was developed and tested. The final stage of incubation of hatchery-reared eggs takes place in the river: in March eyed eggs are placed into incubation redds which are then planted into/onto the riverbed. We proposed two designs of artificial redds for egg incubation, which supply viable fry that would independently disperse across nursery areas. The «redds» are designed so that the underflow, where impurities are naturally filtered away, creates the conditions favourable for the embryos. Trials of the redds in a rapid in the Suna River (Lake Onega basin), which lasted 2.5 months, proved egg incubation in the natural settings to be very effective. Larvae emergence from pipe-shaped incubation redds twisted into the riverbed was 95 %, and that from flat ones pressed onto the riverbed – 94–97 %. Eventually, viable salmon fry from the incubation redds independently dispersed across the nursery area of the rapid.

K e y w o r d s : Atlantic salmon, egg incubation, incubation redd.

Введение

Известно, что неконтролируемое рыболовство, вырубка леса и молевой сплав древесины, строительство гидротехнических сооружений, сброс сточных вод и т. д. в прошлом веке привели к резкому сокращению численности в популяциях лососевых видов рыб. Некоторые из них безвозвратно исчезли. Вместе с тем интерес исследователей к созданию искусственных и эффективных устройств, позволяющих инкубировать икру в реках, отчетливо проявился лишь с 80-х гг. прошлого столетия, в основном в европейских странах и на Северо-Американском континенте. Связано это с практикой рекультивации нерестово-выростных биотопов и восстановлением запасов прежде всего лососевых видов рыб [Scrivener, 1988; Der Lachs.., 2005; Lippeaue.., 2009]. Вместе с тем результаты инвентаризации и паспортизации нерестовых рек Восточной Фенноскандии позволили выявить и в этом регионе ряд рек с нестабильным воспроизводством, а также с утраченными популяциями лосося [Веселов, 2006]. В связи с этим проблема восстановления запасов нерестовых производителей лососевых рыб актуальна и для Северо-Запада России.

Существует ряд подходов к решению задачи восстановления численности лососевых рыб или воссоздания стад в реках, где они были утрачены. Наиболее распространено заводское воспроизводство с последующим выпуском молоди в реки на стадии пестрятка или смолт [Казаков, 1982]. Между тем для небольших или труднодоступных рек этот метод весьма затратен. Кроме того, хорошо известно, что заводская молодь слабо приспособлена к естественным условиям обитания и в большом количестве погибает [Щуров, 1990].

Идея инкубации икры лососевых рыб в естественных условиях возникала неоднократно на протяжении почти столетнего периода [Кузнецов, 1923; Тихий, 1925; Барков, Гринюк, 1970 и др.]. Суть ее заключается в искусственном оплодотворении икры и дальнейшей инкубации в речной гальке или специальных устройствах, размещенных в естественных условиях. Как известно, искусственное оплодотворение практически исключает потери, имеющие место при естественном нересте, – неполное оплодотворение, вымывание икры потоком при строительстве гнезда, выедание хищниками, гибель в плотном грунте при недостатке кислорода. Разрабатывая инкубационные устройства и технологии их использования, авторы стремятся получить жизнестойких личинок лосося, которые способны сами расселяться из них по выростным участкам рек. В результате из цикла воспроизводства исключается ряд негативных последствий, имеющих место при заводском выращивании, таких как слабая физическая выносливость, отсутствие навыков пищевого и оборонительного поведения в интенсивном речном потоке и, как следствие, высокий уровень гибели такой молоди еще до ее ската в нагульные водоемы [Казаков, 1982; Щуров, 1990].

Необходимо отметить, что естественные речные условия, в которых проводятся испытания конструкций и технологий, существенно различаются. Так, в нерестовых реках Германии, Шотландии или южной Норвегии в зимний период практически нет устойчивого ледового покрова, и это позволяет разработчикам закладывать в технологию периодический контроль процесса инкубации, включающий очистку фильтрующих элементов и удаление погибших эмбрионов [Bams, 1985; Donaghy, Verspoor, 2000 и др.]. Между тем на севере России в реках образуется мощный и устойчивый ледовый покров на протяжении 5–7 месяцев, что практически исключает использование инкубационных устройств, в которых предусматривается обслуживание.

В связи с этим цель настоящей работы заключалась в разработке технологии и инкубационных устройств, которые позволяют в реках Восточной Фенноскандии получать жизнестойкую молодь атлантического лосося. Это наиболее важно для восстановления численности стад лососевых рыб в реках, где их запасы по различным причинам существенно снизились, а также для воссоздания стад на тех реках, где популяции лосося были утрачены.

Материалы и методы

Работа проводилась с 20 марта по 22 июня 2008 г. на территории заповедника «Кивач», на одноименном пороге р. Суны (62°16’ с.ш., 33°59’ в.д.), расположенном в 300 м ниже водопада. Река относится к бассейну Онежского озера, до 1964 г. имела статус лососевого нерестового водоема [Смирнов, 1971]. В настоящее время в результате планомерных выпусков молоди шуйской популяции пресноводного лосося в реку в районе порога Кивач наблюдаются возврат производителей, их нерест и появление новых генераций молоди. Таким образом, использование икры пресноводного лосося шуйской популяции, географически близкой к р. Суне, вполне оправданно. В условиях высокой прозрачности воды немаловажно расположение порога Кивач на заповедной территории, то есть весьма заметные испытываемые конструкции фактически находились под охраной.

Икра пресноводного лосося была получена на Шуйском рыбопункте (п. Нижний Бесовец) и

инкубировалась с осени 2007 г. на Кемском рыбоводном заводе. Согласно разработанной нами сокращенной технологии, оплодотворенную икру выдерживали на рыбоводном заводе с октября по март. Ко второй половине марта развитие эмбрионов достигало стадии «глазок». В течение указанного периода процесс инкубации икры контролировался, производился отсев погибших эмбрионов. Затем 20 марта, когда с большей части порога в р. Суне сошел лед, икра, помещенная в термобокс, была доставлена с рыбоводного завода в заповедник. В тот же день ее заложили в гнезда-инкубаторы и установили на двух площадках галечно-валунного грунта порога.

Специально были разработаны и изготовлены два типа компактных конструкций гнезд-инкубаторов лососевой икры с целью получения жизнестойких, свободно расселяющихся личинок. Одна из них – цилиндрическая, вкручиваемая или погружаемая в галечный грунт, условно названная «штопор». Вторая – по виду уплощенная «шайба», прижимаемая ко дну под весом стального грузового кольца (рис. 1а, б, г). В обеих конструкциях гнезд-инкубаторов заложена идея использования подруслового потока для обеспечения благоприятных условий развития икры – омывания, оттока метаболитов и аэрации.

Всего было установлено три вкручиваемых и 10 донных гнезд, в которые загружено около 1150 икринок. Точное количество икры определялось по фотографиям, сделанным перед закрытием гнезд (см. рис. 1в). В дальнейшем область расселения и плотность распределения сеголеток лосося из искусственных гнезд контролировали подводными наблюдениями.

Конструкции гнезд-инкубаторов

В разработанной конструкции «штопор» естественно очищенная от наносов вода подруслового потока забиралась с оптимальной глубины (10–12 см) в грунте порога. Данное устройство за счет вспомогательного приспособления может быть установлено в разных по гидрологическим условиям реках, в том числе в таких руслах, дно которых сложено крупными фракциями гальки и мелкого валуна. Устройство состоит из корпуса цилиндрической формы, внутреннее пространство которого используется в качестве инкубационной камеры (рис. 2а). Сверху камера закрыта крышкой, имеющей наклон к горизонтальной поверхности под углом от 5 до 45˚. При ее наклоне менее 5˚ выход активно плавающих личинок из устройства затруднен, поэтому они могут в нем задерживаться. Наибольший эффект концентрации личинок перед выходным патрубком наблюдался при наклоне крышки на угол более 15˚. При углах свыше 45˚ приходилось увеличивать высоту устройства, что делало его не защищенным от сносимых остатков древесины или кусков льда. Крышка может быть повернута относительно оси и установлена вертикально, что удобно при загрузке оплодотворенной икры в устройство. Инкубационная камера разделена на две части концентрирующим кольцом с внутренним диаметром 10–15 мм. Величина отверстия определялась возможностью попадания подвижных личинок через концентрирующее кольцо в верхнюю часть камеры и последующего их выхода из устройства. Кольцо также снижало вероятность обратного ската личинок. В нижней части камеры установлен



Рис. 1. Порог под водопадом Кивач (20.03.2008). Вкручивание гнезда типа «штопор» в грунт (а), рабочее положение «штопора» (б). Фотографирование икры для учета заложенного количества в каждое из гнезд (в), гнезда типа «шайба» перед загрузкой оплодотворенной икры (г)

перфорированный поддон, на котором закреплен искусственный инкубационный субстрат в виде бугорков из силикона. В полузатопленном состоянии устройства на субстрат «проливается» оплодотворенная икра. Ниже поддона в корпусе со стороны подсасываемого из грунта подруслового потока высверлены отверстия для поступления очищенной воды внутрь корпуса устройства. Еще ниже отверстий находится разрыхлитель грунта. Он изготовлен в виде двух перпендикулярно установленных пластин треугольной формы с углом при вершине от 90 до 120°. Лабораторные гидравлические исследования показали, что указанные пределы изменения угла при вершине наиболее оптимальны для разрыхления грунта путем вкручивания данного устройства. Для крепления коловорота при вкручивании гнезда в грунт с внешней части корпуса имеются вертикальные приливы. Расселение личинок лосося происходит из верхней части камеры, где предусмотрен эвакуационный патрубок. Вода подруслового потока просачивается через отверстия и пространство между пластинами рыхлителя грунта, попадая в инкубационную камеру, где постоянным свежим потоком эмбрионы омываются и аэрируются, подобно тому, как это происходит в естественных нерестовых гнездах.

Инкубатор типа «шайба» представляет собой цилиндрический уплощенный полимерный бокс диаметром 12 см (рис. 2б). Внутри устройства расположен перфорированный поддон, на поверхности которого нанесен силиконовый субстрат в виде разделительных бугорков. В верхней части гнезда закреплен эвакуационный патрубок. С наружной стороны инкубатора насаживается стальное грузовое кольцо, обеспечивающее прижим ко дну и устойчивость конструкции в период паводка.

Перед установкой «шайбы» в речной поток в камеру через патрубок с помощью воронки заливают вместе с водой около 100 оплодотворенных икринок лосося. Затем при погружении в воду выходное отверстие патрубка закрывают крышкой. В воде через отверстие в пробке воздух выпускается из гнезда. При его покачивании икра, находящаяся в камере, равномерно распределяется по инкубационному субстрату в пространстве между силиконовыми бугорками. Гнездо-инкубатор ставят на мелкую гальку дна и слегка вдавливают, чтобы поддон тесно соприкасался с грунтом, а патрубок был направлен по течению. При снятии пробки с патрубка в гнездо начинает поступать вода подруслового потока, подсасываемая через поддон. Весь период инкубации происходит омывание эмбрионов слабым и ровным потоком, который выводится через эвакуационный патрубок.

После того как из икринок вылупятся личинки, они некоторое время лежат на боку на субстрате, а затем поднимаются «на плав», совершая хаотичные движения. При полном рассасывании желточного мешка движение становится круговым, и это способствует случайному попаданию личинок в эвакуационный патрубок и выходу их наружу в естественный поток. Подъем «на плав» может растянуться по времени на одну неделю, поэтому личинки «выходят» через патрубок постепенно. Расположение устройства в речном потоке, использование подруслового потока для омывания икры и снабжения ее кислородом создают условия в инкубационной камере, близкие к условиям в естественных нерестовых гнездах.

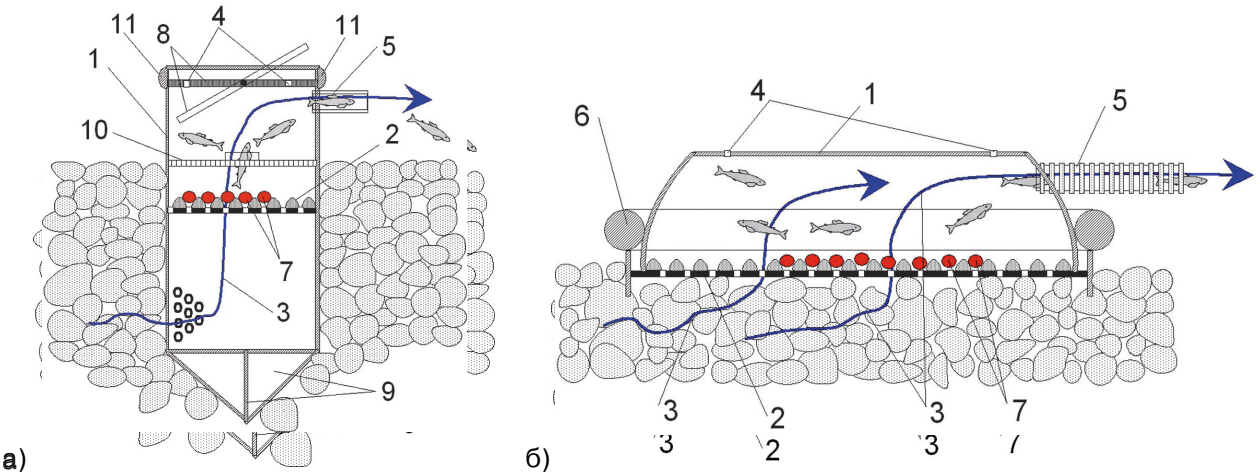


Рис. 2. Схема гнезд-инкубаторов типа «штопор» (а) и «шайба» (б)

1 – корпус гнезда, 2 – субстрат с силиконовыми лунками, 3 – поступление воды подруслового потока, 4 – дренажные отверстия, 5 – патрубок для оттока воды и выхода личинок, 6 – грузовое кольцо, 7 – икра, 8 – поворачиваемая крышка для загрузки икры, 9 – разрыхлитель грунта, 10 – концентрирующее кольцо, 11 – приливы

Результаты

На р. Суне под водопадом Кивач 2 мая проведена первая проверка искусственных гнезд-инкубаторов, которые были установлены 20 марта 2008 г. с загруженной в них икрой пресноводного лосося на стадии развития «глазок». Температура воды достигла 2–3°С, река в районе порога полностью освободилась от льда. Для контроля развития эмбрионов, оценки характера и степени заиления были подняты три конструкции типа «штопор» и четыре – типа «шайба» (рис. 3 а–г).

Конструкция «штопор». После поворота крышек и последовательного переливания содержимого гнезд в раздельные пластиковые контейнеры установлено, что практически все личинки выклюнулись. Выживаемость эмбрионов во всех трех гнездах составила 96–97%. От погибших икринок остались почти пустые белые оболочки. Следует отметить высокую чистоту воды внутри конструкций – заиление к моменту проверки отсутствовало, однако в целом производительность данной конструкции остается весьма низкой из-за малой площади инкубационного субстрата. По этой причине в гнездо типа «штопор» загружалось всего 24–27 икринок.

Конструкция «шайба». Содержимое поднятых конструкций было также перелито в раздельные пластиковые контейнеры. Визуальный контроль показал, что выклюнулось 96–97 % эмбрионов, то есть из 100 загруженных икринок число погибших составило всего 3–4 шт. Выклюнувшиеся эмбрионы, как и в гнезде «штопор», демонстрировали высокую подвижность, несмотря на наличие крупного желточного мешка, перемещались они в основном лежа на боку.

Отметим, что в конструкции «шайба» наблюдалось заиление в виде мелкодисперсного ила, который комковался внутри инкубационного пространства, а также им были забиты некоторые отверстия в поддоне, через которые вода поступает в гнездо.

По окончании контрольных работ, проводившихся 2 мая, эмбрионы были «перелиты» в гнезда, конструкции собраны и установлены в пороге на прежние места.

Вторая проверка осуществлялась 23 мая, когда температура воды достигла 7–8°С. Перед этим, с 5 по 17 мая, в реке прошел основной пик паводка и уровень воды стал весьма быстро снижаться. Срок проверки выбран не случайно, так как при такой температуре в естественных гнездах личинки лосося находятся в активном состоянии и далее при ее повышении до 10–11°С начинают постепенно «выбираться» из гальки на поверхность дна. К этому моменту в реке изменились гидрологические условия: уровень воды после основного паводка остался повышенным на 10 см, и на 30 % снизилась прозрачность воды. За истекший период с правой стороны порога (по течению) грунт оказался сильно вспаханным за счет сброса через водопад льдин с вышерасположенных озеровидных расширений. Это затруднило поиск установленных там конструкций типа «шайба». В дальнейшем такие особенности весеннего паводка следует учитывать при выборе мест для установки гнезд-инкубаторов. Всего было поднято одна конструкция типа «штопор» и две – типа «шайба» (рис. 4 а–г).

Конструкция «штопор». Содержимое через верхнюю поворотную крышку перелито в пластиковый контейнер (рис. 4б). За истекший пе-



Рис. 3. Первая контрольная проверка успешности выклева личинок лосося в гнездах-инкубаторах типа «штопор» (а, б) и «шайба» (в, г) (02.05.2008) на пороге под водопадом Кивач



Рис. 4. Вторая контрольная проверка (23.05.2008) жизнеспособности личинок лосося в гнездах-инкубаторах (а), содержимое «штопора» (б) и «шайбы» (в), личинки лосося перед выходом из гнезда (г)

риод погибло только две личинки, а остальные оказались живыми и подвижными. Желточный мешок рассосался у них на 2/3 объема. Вода содержала незначительное количество взмученного мелкодисперсного ила.

Конструкция «шайба». Подсчет личинок и оценка их состояния осуществлялись также после открытия крышки и переливания содержимого в пластиковый контейнер. Замутнение воды в этом типе гнезда было несколько выше, чем в «штопоре», однако выживаемость личинок тоже оказалась высокой – всего в гнезде № 10 погибла одна личинка и в гнезде № 6 – две (рис. 4 в, г).

Снижение количества личинок на 2–3 экз. в обоих типах конструкций свидетельствовало о начале их выхода из гнезд в межгалечное пространство речного грунта. Причем это был активный выход жизнеспособных личинок, так как вымывание погибших невозможно из-за конструктивных особенностей обоих гнезд.

С целью продолжения испытания содержимое контейнеров было снова залито в соответствующие гнезда, которые затем установили на прежние места в грунт реки.

Заключительная проверка искусственных гнезд-инкубаторов в р. Суне была проведена 6 июня 2008 г. (рис. 5). Все три конструкции типа «штопор» были обнаружены и подняты. Личинки вышли из гнезд в окружающее придонное пространство. Повреждений корпуса или нарушения установки в грунт не наблюдалось. Эффективность инкубации икры в них составила около 93%. Из десяти установленных гнезд-инкубаторов типа «шайба» найдено девять. По соотношению заложенной икры, выклюнувшихся эмбрионов и покинувших гнезда личинок эффективность инкубации в 8 конструкциях достигла 94–97 %. В некоторых гнездах еще оставались отдельные личинки, у которых полностью рассосался желточный мешок (рис. 5 а). В гнезде № 5, которое оказалось засыпанным мелким песком, икра погибла (рис. 5 б). Это связано со вспахиванием грунта льдинами, сносимыми в паводковый период, и перемещением песка.

Расселение личинок из гнезд. В обоих вариантах конструкций выход и расселение личинок из гнезд-инкубаторов начались с 22 мая и продолжались до первых чисел июня, то есть в те же сроки, что и при естественном нересте. Подводными наблюдениями, выполненными 23 и 25 мая, установлено, что при прогреве воды до 11–12°С происходило массовое расселение личинок лосося из гнезд-инкубаторов. К этому моменту желточные мешки полностью рассосались и личинки лосося покидали гнезда через эвакуационные патрубки, попадая в поверхностный слой грунта. Возле гнезд на площади около 5 м^2 плотность распределения личинок достигала 17±6 экз./м^2. Затем в течение 5–7 сут происходило их первичное расселение вниз по течению на расстояние около 20–25 м, почти до границы порога с плесом. К 30 мая плотность распределения личинок возле гнезд-инкубаторов снизилась до 8±3 экз./м^2. В процессе расселения личинки становились мальками – переключались на экзогенное питание и приобретали чешуйный покров (рис. 5 в). На этой стадии их перемещение по течению заканчивалось и начиналось вторичное перераспределение из центральной части русла к прибрежным участкам порога. Как нами показано ранее, вторичное расселе-



Рис. 5. Третья контрольная проверка (06.06.2008) результатов выхода личинок лосося из гнезд: последние личинки в «шайбе» (а), погибшие личинки в гнезде, засыпанном песком (б), отловленные возле гнезд мальки (в)

ние сеголеток лосося происходит при активной локомоции против течения и связано с устойчивым проявлением у них реореакции [Veselov et al., 1998]. К III–IV декадам июня, с переходом паводкового режима в меженный, расселение сеголеток лосося завершалось и их распределение приняло мозаично-агрегированный характер, как и у диких пестряток лосося старших возрастных групп.

Обсуждение

Известно, что еще в 1905–1906 гг. Вальтер Гейн провел опыты по инкубации икры и выдерживанию личинок форели в грунте. Он выявил преимущества такого метода выращивания личинок под слоем гальки по сравнению с искусственным разведением, так как были достигнуты высокая выживаемость и самораспространение личинок по участкам обитания. В 1908 г. появились новые образцы искусственных инкубаторов, представлявшие собой деревянные ящики (120 • 60 • 45 см). Эти ящики устанавливали осенью в русле ручьев на предполагаемых выростных участках и последовательно загружали слоем гальки, затем слоем оплодотворенной икры и покрывали снова галькой. Ящики «зимовали» до весеннего выхода из них и самостоятельного расселения личинок [Тихий, 1925].

Наш соотечественник И. И. Кузнецов [1923] писал: «… достигнуть правильного решения … можно только тогда, когда явится возможность приблизить способ искусственного размножения к размножению естественному, то есть если будем пользоваться для оплодотворения икры рыбою в тех реках… которая зайдет в речку сама, а икру выращивать не в заводах, а в речке, применяясь, с одной стороны, к благоприятным условиям выращивания в естественных условиях и, с другой стороны, устраняя все неблагоприятные в них условия развития икры и мальков (обсыхание, промерзание гнезд и проч.)». Выводы И. И. Кузнецова были основаны на проведенном в 1918 г. опыте с закапыванием оплодотворенной икры кеты и горбуши в галечный грунт на р. Праурэ (приток р. Амур, Дальний Восток). Результат превзошел ожидания. Проверка состояния искусственных гнезд в марте показала наличие первых жизнеспособных личинок в поверхностном слое гальки «…среди которых немного было со всосавшимися пузырями, а большинство еще с узким не сросшимся продольным швом на брюшке… окрашенным в розово-серебристый цвет». Повторная проверка через пять дней выявила, что личинки из средних слоев гальки «перебрались» в верхние и группировались у поверхности в межгалечном пространстве, постепенно расселяясь по участку обитания.

Все это довольно точно отражает расселение личинок лосося из естественных гнезд [Phillips, Koski, 1969; Веселов, Калюжин, 2001] и подтверждает идею возможности искусственной инкубации оплодотворенной икры в реках с получением практически «дикой» молоди без затратного заводского выращивания. И. И. Кузнецов показал преимущества этого метода над заводским воспроизводством, однако военно-политическая обстановка и экономические трудности в реализации проводимых мероприятий не давали возможности развиться этому направлению еще долгое время. Вместе с тем М. И. Тихий [1925] подвел итог работам того периода: как отечественные, так и иностранные исследователи не имели возможности полного учета результатов инкубации при экспериментах и, следовательно, эффективность метода неизвестна, закапывание икры в грунт – весьма трудоемкий процесс, оптимальная глубина закладки икры не проработана.

Затем в начале 70-х гг. прошлого века появилась разработка С. И. Баркова и И. Н. Гринюка [1970, 1971]. Они предложили закапывать оплодотворенную икру в речной грунт с помощью специальной лопатки. К сожалению, авторы повторили печальный опыт – в тот период не было возможности контролировать результат, используя метод подводных наблюдений

или электролов, поэтому приспособление так и осталось не востребованным.

С конца 70-х гг. прошлого столетия широкое распространение среди экспериментаторов получили боксы Виберта (Vibert boxes), представлявшие собой перфорированные пластиковые коробки, умещавшиеся на ладони, в которые послойно закладывали гальку и оплодотворенную икру лососевых видов рыб. Сами боксы или их модификации в виде сетчатых цилиндров после загрузки закапывались на разную глубину в речной грунт. В большинстве случаев авторы сталкивались с главной проблемой – накоплением в боксах губительных для эмбрионов осадков, постепенно затруднявших аэрацию икры и эмбрионов, отток метаболитов. Вместе с тем в чистых реках удавалось получить высокий выход саморасселяющихся личинок [Harshbarger, Porter, 1979, 1982; Rubin, 1995 и мн. др.].

Таким образом, способ закладки оплодотворенной икры в грунт и дальнейшее развитие молоди лосося в естественных речных условиях давно привлекали рыбоводов, но их осуществление затруднялось из-за технических сложностей и трудоемкости работ. В настоящее время, с появлением новых технологий и материалов, проведением детальных исследований естественного нереста, структуры и гидравлики нерестовых гнезд, а также возможностями транспортной доставки икры, такой способ воспроизводства лосося снова становится перспективным [Лупандин и др., 2005; Веселов и др., 2007].

Основная проблема искусственных гнезд-инкубаторов – это накопление внутри конструкций осадков типа ила, песчинок, растительных остатков. В речных условиях, как известно, в галечном грунте существует естественно-очищенный подрусловой поток [Леман, Кляшторин, 1987], который формирует благоприятные условия для развития эмбрионов лососевых рыб – транспорта кислорода и оттока продуктов жизнедеятельности.

Ряд европейских исследователей пошел по пути конструирования речных гнезд-инкубаторов, которые периодически должны обслуживаться, то есть изыматься из реки для промывки или смены фильтра, отсева погибших эмбрионов. В условиях теплой зимы и практически при отсутствии ледового покрова это вполне оправданно [Bams, 1985; Donaghy, Verspoor, 2000], однако на территории Северо-Запада России, при суровых зимах и ледоставе на протяжении 7–8 месяцев, наблюдение и корректировка процесса инкубации становятся невозможными. В связи с этим в основу функционирования конструкций гнезд-инкубаторов лососевой икры, устанавливаемых в реках, нами было положено использование подруслового потока.

Разработка технологии искусственного воспроизводства лососевых рыб в естественных условиях была начата нами в 2003 г. на реках Умба, Индера (бассейн Белого моря) и Лососинка (бассейн Онежского озера) [Лупандин и др., 2005]. С 2006 г. и по настоящее время они проводятся в двух направлениях.

Первое – это разработка полноцикловой и сокращенной технологий. Полноцикловая – когда сразу после оплодотворения (октябрь) икра закладывается в устройства, устанавливаемые на порогах рек до весны следующего года. Сокращенная – инкубация икры на рыбоводном заводе происходит только до стадии «глазка», достигаемой в марте (использована на р. Суне). Затем ее транспортируют к реке и закладывают в гнезда-инкубаторы, которые через пропиленные во льду майны устанавливают на дне реки. В обоих вариантах выход и расселение жизнестойких личинок из гнезд-инкубаторов происходит в конце мая – начале июня, как и при естественном нересте. Существенно и то, что сокращенная технология позволяет доставлять икру по бездорожью с помощью снегоходов, и то, что эта икра уже пройдет контроль на выживаемость на рыбоводном заводе. На стадии «глазок» икра имеет высокую устойчивость к механическим воздействиям, поэтому допускается ее длительная транспортировка [Казаков, 1982]. Выбор периода перевозки – март – обусловлен еще и тем, что температура воздуха становится близкой к нулю или несколько выше, что также защищает икру от повреждения низкими температурами при загрузке в искусственные гнезда-инкубаторы.

Второе направление исследований – это разработка конструкций гнезд-инкубаторов, устанавливаемых на дне реки, в которых для инкубации икры используется вода подруслового потока. Положительный результат удалось достичь в тех конструкциях, где водозабор осуществлялся через перфорированный поддон [Веселов и др., 2007]. В пространстве поддона, прижатого к галечному грунту, происходило резкое снижение скорости течения. За счет этого наносные взвеси осаждались, а очищенный поток проникал через отверстия в субстрате, омывая икру. В этом случае конструкции гнезд-инкубаторов можно было сделать более компактными и защищенными от внешних повреждений сносимым льдом или древесиной. Испытания в 2007 г. на реках Лососинке (Карелия) и Индере (Кольский п-ов) показали перспективность данного направления работ по искусственному воспроизводству лосося в естественных условиях. В резуль-

тате был предложен новый способ и две новые конструкции гнезд-инкубаторов, которые в условиях р. Суны позволили достичь высокой эффективности инкубации икры (в отдельных гнездах она составляла 97 %). Этим способом можно устанавливать гнезда-инкубаторы со льда или в промоины в весеннее время, когда икра находится на стадии «глазок». Следует, однако, принять во внимание то, что вода в р. Суне относительно более чистая, чем в других лососевых реках, поэтому необходимо продолжить совершенствовать способ водозабора подруслового потока и провести испытания на реках с большим количеством влекомых потоком частиц.

Таким образом, апробированная новая технология исключает полноцикловую инкубацию икры на рыбоводных заводах, подращивание молоди и транспортировку ее к месту выпуска в реку. Она также не предусматривает наличие необходимого для нереста субстрата и может применяться на достаточно обширных частях порогов и перекатов рек, при наличии подходящих гидравлических режимов потока, идентичных естественным выростным участкам. При высоком проценте искусственно оплодотворенной икры и защите ее в гнездах-инкубаторах от хищников разработчики, как показали результаты эксперимента, вправе рассчитывать на высокий процент выхода жизнестойких личинок лосося, которые будут развиваться в природной среде, физически не отличаясь от дикорастущей молоди.

Заключение

Разработана новая технология искусственного воспроизводства лососевых рыб в естественных условиях, основанная на завершении заводской инкубации эмбрионов со стадии «глазок» до полноценных личинок с помощью гнезд-инкубаторов, устанавливаемых на дне реки. Предложены две новые компактные конструкции, позволяющие получать жизнестойких мальков, самостоятельно расселяющихся по выростным участкам рек. В этих гнездах для создания благоприятных условий развития эмбрионов используется естественно очищенный от наносов подрусловой поток (патент на полезную модель №83687, 2009 г. и патент на изобретение №2386248, 2010 г.).

Испытание в течение 2,5 мес. (конец марта – начало июня) двух типов конструкций, установленных на пороге р. Суны, показало высокую эффективность инкубации икры в естественных условиях. В конструкциях гнезд типа «штопор» выход личинок лосося составил около 95 %, типа «шайба» – 94–97 %. В первой наблюдается меньшее заиление, однако во второй инкубируется значительно большее количество икры.

Гибридный вариант обеих конструкций в настоящее время испытывается на р. Лижме (Кондопожский район, Карелия), проверку которых предполагается провести 2 и 20 мая 2011 г., перед началом естественного выхода личинок из нерестовых гнезд.

Следующим этапом работ станет масштабное испытание усовершенствованных конструкций с целью получения высоких плотностей распределения сеголеток лосося (3–5 экз./м^2 к началу августа). Провести такую работу предполагается на пустующих порогах и перекатах нерестовых модельных рек Карелии и Кольского п-ова. Положительный опыт создания искусственных гнезд и инкубации в них икры будет использован для восстановления численности популяций атлантического лосося на рекультивированных после лесосплава реках. Этот опыт необходим для полной реконструкции стад на бывших лососевых реках, которые утратили их в результате гидростроительства или иной хозяйственной деятельности, но сохранили к настоящему времени все необходимые гидробиологические показатели, соответствующие требованиям к размножению и развитию лососевых видов рыб.

Работа выполнена по программе Президиума РАН «Биологические ресурсы России», тема «Разработка инновационной технологии искусственного воспроизводства лососевых рыб в естественных условиях с использованием гнезд-инкубаторов».

Литература

Барков С. И., Гринюк И. Н. Приспособление для закладки оплодотворенной икры лососевых рыб в искусственные нерестовые бугры. Авторское свидетельство №286399. Официальный бюллетень изобретений и открытий. М., 1970. № 34. 4 с.

Веселов А. Е. Инвентаризация и систематизация рек Карелии и Кольского полуострова как среды воспроизводства атлантического лосося *Salmo salar* L. // Доклады Академии наук. Общая биология. Наука, 2006. Т. 407, № 3. С. 1–5.

Веселов А. Е., Калюжин С. М. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 2001. 160 с.

Веселов А. Е., Аликов Л. В., Скоробогатов М. А. и др. Искусственная инкубация икры атлантического лосося *Salmo salar* L. в естественных условиях // Труды Карельского научного центра РАН. Вып. 11. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2007. С. 14–20.

Гринюк И. Н. Результаты опыта по разведению семги методом посадки икры на ранней стадии ее развития в искусственные гнезда. Фонды ПИНРО, № 2881. 1971. 11 с.

Казаков Р. В. Биологические основы разведения атлантического лосося. М.: Легкая и пищевая промсть, 1982. 144 с.

Кузнецов И. И. Значение промысла лососевых Дальнего Востока и искусственное рыборазведение как одно из главных средств для охранения рыбных запасов // Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. Сб. статей. Владивосток: изд. Научпромбюро Дальрыбохоты, 1923. С. 134–214.

Леман В. Н., Кляшторин Л. Б. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей: метод. указ. М.: ВНИРО, 1987. 28 с.

Лупандин А. И., Павлов Д. С., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Искусственное воспроизводство атлантического лосося (*Salmo salar*) в естественных условиях // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М: КМК, 2005. С. 434–445.

Павлов Д. С., Скоробогатов М. А., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Устройство для инкубации икры в естественных условиях. Патент на полезную модель № 83687. Заявка № 2008144253 от 20 июня 2009 г. 2009. 4 с.

Павлов Д. С., Скоробогатов М. А., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Способ инкубации икры в искусственных гнездах-инкубаторах, устанавливаемых в реках. Патент на полезную модель № 99688. Заявка № 2010124239, приоритет от 16 июня 2010 г. 2010. 4 с.

Смирнов Ю. А. Лосось Онежского озера. Биология, воспроизводство, использование. Л.: Наука, 1971. 141 с.

Тихий М. И. О разведении лососевых в грунте // Известия отдела прикладной ихтиологии и научно-промысловых исследований. 1925. Т. III, вып. 2, С. 125–133.

Щуров И. Л. Экологические аспекты поведения заводской молоди атлантического лосося в речных условиях: автореф. … канд. биол. наук. КарНЦ АН СССР, 1990. 25 с.

Bams R. A. Comparison of Three Instream Incubation Techniques for Coho Salmon // North American Journal of Fisheries Management. 1985. N 5. P. 159–172.

Der Lachs kehrt zurück. Stand der Wiederansiedlung in Rheinland-Pfalz / Redaktion: *Brenner T., Schneider J.* (BFS). Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (MUF). 2005. Mainz. 63 s.

Donaghy M. J., Verspoor E. A New Design of Instream Incubator for Planting Out and Monitoring Atlantic salmon Eggs // North American Journal of Fisheries Management. 2000. N 20. P. 521–527.

Harshbarger T. J., Porter P. E. Survival of Brown Trout Eggs: Two Planting Techniques Compared // The Progressive Fish-Culturist. 1979. Vol. 41, N 4. P. 206–209.

Harshbarger T. J., Porter P. E. Embryo Survival and Fry Emergence from Two Methods of Planting Brown Trout Eggs // North American Journal of Fisheries Management. 1982. N 2. P. 84–89.

Lippeaue. Eine Flusslandschaft im Wandel. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU). 2009. 47 s.

Phillips R. W., Koski K. V. A fry trap method for estimating salmonid survival from egg deposition to fry emergence // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1969. N 26. P. 133–141.

Rubin J.-F. Estimating the success of natural spawning of salmonids in streams // Journal of Fish Biology. 1995. N 46. P. 603–622.

Scrivener J. C. Two Devices to Assess Incubation Survival and Emergence of Salmonid Fry in an Estuary Streambed // North American Journal of Fisheries Management. 1988. N 8. P. 248–258.

Veselov A. Je., Kazakov R. V., Sysoyeva M. I., Bahmet I. N. Ontogenesis of reotactic and optomotor responses of juvenile Atlantic salmon // Aquaculture. 1998. Vol. 168. P. 17–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Веселов Алексей Елпидифорович
главный научный сотрудник, д.б.н., профессор
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: veselov@krc.karelia.ru
тел. (8142) 767812

Павлов Дмитрий Сергеевич
директор ИПЭЭ РАН, академик РАН
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: pavlov@sevin.ru
тел. (495) 9522088

Скоробогатов Михаил Александрович
ведущий научный сотрудник, д.т.н., профессор
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: skorobogatov1@rambler.ru
тел. (495) 9522088

Veselov, Alexey
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: veselov@krc.karelia.ru
tel. (8142) 767812

Pavlov, Dmitry
Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Science
Leninsky pr., 33, 119071, Moscow, Russia
e-mail: pavlov@sevin.ru
tel. (495) 9522088

Skorobogatov, Mikhail
Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Science
Leninsky pr., 33, 119071, Moscow, Russia
e-mail: skorobogatov1@rambler.ru
tel. (495) 9522088

Ефремов Денис Александрович
ведущий биолог, аспирант
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: denisefremov@list.ru
тел. (8142) 769810

Белякова Елена Николаевна
аспирант
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: belyakovalena@yandex.ru
тел. (8142)781741

Потапов Кирилл Юрьевич
аспирант
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: liricman@gmail.com
тел. (8142)781741

Efremov, Denis
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: denisefremov@list.ru
tel. (8142) 769810

Belyakova, Elena
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: belyakovalena@yandex.ru
tel. (8142)781741

Potapov, Kirill
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: liricman@gmail.com
tel. (8142)781741

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 39–44.

УДК 546.48 : [633.491 : 632.651]

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА ВЫЛУПЛЕНИЕ ЛИЧИНОК КАРТОФЕЛЬНОЙ ЦИСТООБРАЗУЮЩЕЙ НЕМАТОДЫ

Л. И. Груздева, Е. М. Матвеева, А. А. Сущук

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Экспериментально изучено влияние кадмия на становление паразито-хозяинных отношений, в частности на процесс вылупления инвазионных личинок картофельной цистообразующей нематоды. Апробирован метод использования логистической модели, позволяющей выявлять влияние исследуемых веществ на все стадии процесса вылупления картофельной нематоды. Показано, что ионы кадмия ускоряют наступление периода активного вылупления личинок: в контроле 50% личинок, находящихся в цисте, вылупилось к 18 дню, в опытных вариантах – к 14 дню эксперимента. Сжатие во времени стадии активного вылупления личинок дает паразиту преимущество ускоренного проникновения в корни картофеля и способствует увеличению степени зараженности растений на загрязненных кадмием картофельных полях.

К л ю ч е в ы е с л о в а: кадмий, картофельная цистообразующая нематода, вылупление.

L. I. Gruzdeva, E. M. Matveeva, A. A. Suschuk. EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECTS OF CADMIUM IONS ON THE HATCHING PROCESS OF POTATO CYST NEMATODE LARVAE

The effect of cadmium on the establishment of host-parasite interactions, particularly, on the hatching of potato cyst nematode invasive juveniles was experimentally studied. Application of a logistic model allowed us to reveal the influence of the tested substances at all stages of the nematode hatching process. It was shown that cadmium ions speeded up the period of the most active juvenile emergence from cysts. In the control 50% of juveniles hatched by the 18th day, in the experiment they emerged early (by the 14th day). The parasite benefited from the shortening of this stage as it could sooner penetrate the host roots and raise the infestation level of the plants in the cadmium-contaminated fields.

K e y w o r d s: cadmium, potato cyst forming nematode, juvenile hatching.

Введение

Одним из примеров влияния человека на естественные природные сообщества служит создание условий для широкого распространения патогенных организмов. Для Карелии таким инвазийным видом является картофельная цистообразующая нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 – опасный вредитель картофеля. В настоящее время картофельная нематода (КЦН) отмечена в большинстве областей европейской части России. Несмотря на карантинные ограничения, этот паразит имеет тенденцию к прогрес-

сирующему распространению в зонах России, где выращивается картофель. В Республике Карелия она была выявлена впервые на приусадебных участках в 1976 г. [Соловьева и др., 1980]. За более чем 30 лет картофельная нематода продвинулась далеко на север, граница ее ареала от 62° достигла 67° с.ш. [Груздева, Матвеева, 2010].

Картофельная нематода является облигатным седентарным эндопаразитом корневой системы растений картофеля. Как узкоспециализированный паразит она характеризуется почти абсолютной зависимостью от растения-хозяина для прохождения жизненного цикла, который начинается с процесса вылупления личинок нематоды, их проникновения в корни картофеля, дальнейшего развития через ряд личиночных стадий до фазы самок, их оплодотворения и превращения в цисты. Последние, находясь в почве, являются стацией переживания неблагоприятных условий для вновь сформированных личинок нематоды. Массовый выход личинок из цист на начальном этапе становления паразитохозяинных отношений возможен только после стимуляции корневыми выделениями хозяина во время активного роста придаточных корней растений картофеля. В отсутствие культуры цисты могут сохранять жизнеспособность в течение длительного времени (10–15 лет), что является адаптивной стратегией паразита к переживанию неблагоприятных условий среды, которая осуществляется через облигатную и факультативную диапаузы.

Исследования по изучению фауны почвенных нематод картофельных полей Республики Карелия показали высокую численность инвазионных личинок нематоды в загрязненных тяжелыми металлами почвах [Груздева, Сущук, 2008]. Повышенное содержание тяжелых металлов (ТМ) в почве может быть обусловлено как естественными причинами (особенности геологического строения подстилающих пород), так и техногенным загрязнением среды. Примером естественного повышенного фона ТМ может служить о. Кижи. Почвы острова сформированы на шунгитовой морене и флювиогляциальных отложениях (озовые гряды), которые благодаря шунгитам и диабазам обогащены *Co*, *Ni*, *Cd*, *Cr*, *Zn*, *Pb*, *Cu* и другими микроэлементами [Морозова, 2005]. Исследования почв индивидуальных участков, расположенных вдоль авто- и железнодорожных магистралей на территории г. Петрозаводска, показали наличие в них широкого спектра металлов-загрязнителей: *Pb*, *Ni*, *Co*, *Zn*, *Mn*. Анализ золы сельскохозяйственных культур, выращенных на огородных участках в черте города, выявил значительные количества в них *Ni, Pb, Mn, Cr, Co, Zn, Sr* [Федорец, Медведева, 2005].

По рекомендации ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде) в программы мониторинга включены *Hg*, *Pb*, *Cd* как опасные для теплокровных организмов. Наиболее сильными фитотоксикантами считают: *Cd>Ni>Cu>Zn>Cr>Pb* (ряд по убыванию токсичности) [Лазарева, 1992]. В обобщенном виде ряд токсичности металлов для микроорганизмов выглядит следующим образом: *Hg>Ag>Cd>Pb>Cu>Co>Ni>Zn* [Евдокимова и др., 1984].

Цель исследования – выявление роли тяжелых металлов в становлении паразито-хозяинных отношений и возможного механизма влияния техногенного загрязнения на уровень паразитарной инвазии на примере изучения процесса вылупления личинок картофельной нематоды в присутствии ионов кадмия. Работа такого плана проводится в России впервые.

Материалы и методы

Цисты *Globodera rostochiensis* Woll, патотип Ro1, были размножены в лабораторных условиях при заражении восприимчивого к нематоде сорта картофеля Невский и хранились в сухом песке при 4°С. Жизнеспособность яиц и личинок нематоды составила 92 %.

Влияние ионов кадмия на вылупление инвазионных личинок нематоды исследовали в лабораторных условиях с использованием сульфата кадмия $CdSO_4$. Концентрации соли подбирали опытным путем на модельных видах свободноживущих нематод. Использовали концентрации соли *Cd* – 1,5; 3 и 6 мг/л. Контроль – корневые диффузаты (КД) восприимчивого сорта картофеля как естественный фактор вылупления паразитической нематоды (контроль 1, КД) и дистиллированная вода (контроль 2, ДВ). В опыте применяли как чистые водные растворы *Cd,* так и смеси с КД в соотношении 1:1.

Процесс вылупления личинок изучали в дисках из органического стекла с лунками диаметром 20 мм и емкостью 1,5 мл, в которые вставлялись капроновые сетки с диаметром ячеек 0,18 мм. Цисты помещали в исследуемые растворы на глубину 1 мм. Диски выдерживали во влажной камере при комнатной температуре [Мяги, 1974]. Количество вылупившихся личинок определяли на часовом стекле под бинокуляром с интервалом в три дня.

Корневые диффузаты картофеля получали следующим способом: картофель выращивали в песчаной культуре 3 недели, затем начинали собирать КД с вегетирующих растений 1 раз в неделю в течение 5 недель. Для этого сосуды с растениями обильно поливали водой (пока вода не появится в поддоне), добавляли еще 50 мл воды и КД уже собирали в отдельный стакан [Matveeva,

2001]. Полученные таким образом КД хранили в закрытых стеклянных бутылках при 4°С.

В каждом варианте (из 8 в опыте) использовали по 1 цисте в 10-кратной повторности. Продолжительность эксперимента составила 38 дней. После этого цисты были вскрыты, количество невылупившихся личинок и яиц было подсчитано для определения максимального процента вылупления.

Результаты эксперимента обработаны статистически с использованием пакета программ Statistica 5 и сопоставлены с логистической (математической) моделью $y = c/(1+\exp(-b \times (t - m)))$, где y – общий процент вылупления, t – время. Модель описывается тремя параметрами: время, когда вылупилось 50 % личинок, находящихся в цисте (*m*), темп (скорость) вылупления (*b*) и максимальный процент вылупившихся личинок (*c*) [Oude Voshaar, 1994, цит. по: Wesemael et al., 2006].

Результаты

Массовый выход личинок из цист наблюдался в корневых диффузатах картофеля (табл. 1). Добавление ионов кадмия не влияло на начало процесса вылупления, выход личинок из цист происходил одновременно в контроле 1, КД и опытных вариантах, однако к концу эксперимента в опытных вариантах отмечено снижение численности вылупившихся личинок. При этом более высокая (6 мг/л) концентрация ионов кадмия увеличивала выход личинок из цист по сравнению с другими исследованными концентрациями *Cd*.

Таблица 1. Вылупление личинок КЦН в растворах, содержащих корневые диффузаты и ионы кадмия

Вариант опыта	Начало вылупления, дни	Общая численность вылупившихся личинок	
		в абсолютных цифрах	в % к контролю
Контроль 1, КД	7	218±20,24	100
КД + 1,5 *Cd*	7	160±46,45	73,4
КД + 3 *Cd*	7	110±39,54*	50,5
КД + 6 *Cd*	7	198±51,22	90,8

* Здесь и в табл. 3 различия между вариантами опыта и контролем статистически достоверны ($P < 0,05$).

Сопоставляя данные по динамике вылупления личинок с логистической моделью, получили значения параметров модели (табл. 2) и эмпирическую кривую, характеризующую ход процесса вылупления личинок при наличии ионов кадмия (рис. 1).

Во всех вариантах эксперимента максимальный процент вылупившихся личинок составил 57–61 от общего количества яиц и личинок, содержащихся в цистах, скорость процесса вылупления была выше в вариантах с ионами кадмия, что сказывалось на значении *m*. В контроле 1, КД период активного выхода личинок из цист, когда вылупляется более 50 % личинок нематод, наблюдался к 18 дню эксперимента. Соли кадмия ускоряли этот процесс на 4–5 дней по сравнению с контролем (см. рис. 1, табл. 2).

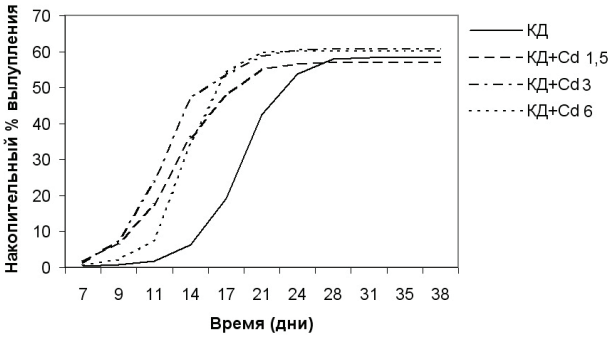


Рис. 1. Эмпирическая кривая, показывающая ожидаемый процент вылупления личинок нематоды в корневых диффузатах картофеля при наличии ионов кадмия

Таблица 2. Параметры логистической модели, описывающей процесс вылупления инвазионных личинок в присутствии корневых диффузатов картофеля и ионов кадмия

Вариант опыта	m, дни	b	c, %	R^2
Контроль 1, КД	18,6±1,08^a	0,57±0,06^a	58,8±3,14^a	0,930
КД + 1,5 *Cd*	13,4±1,17^b	0,64±0,07^{ab}	57,0±10,8^a	0,933
КД + 3 *Cd*	13,5±1,50^b	0,86±0,11^b	60,7±16,0^a	0,945
КД + 6 *Cd*	13,6±0,40^b	0,80±0,09^b	60,4±13,9^a	0,966

Примечания. Здесь и в табл. 4: логистическая (математическая) модель описывается уравнением $y = c/(1+\exp(-b(t - m)))$. КД – корневые диффузаты картофеля; 1,5, 3 и 6 *Cd* – концентрации ионов кадмия, мг/л. Параметр *m* – время в днях, когда достигнуто 50% вылупление личинок, содержащихся внутри цист, *b* – темп, или скорость процесса вылупления и *c* – максимальный процент вылупившихся личинок, R^2 – коэффициент детерминированности. Значения, имеющие разные буквенные обозначения, статистически достоверны ($P < 0,05$).

Исследование влияния ионов кадмия на процесс вылупления личинок КЦН в эксперименте без корневых диффузатов растения-хозяина как естественного фактора вылупления картофельной нематоды показало, что изученные концентрации кадмия стимулировали выход личинок из цист (табл. 3); численность личинок значительно превышала таковую в дистиллированной воде (контроль 2, ДВ).

Таблица 3. Вылупление личинок КЦН в дистиллированной воде и растворах соли кадмия различных концентраций

Вариант опыта	Начало вылупления, дни	Общая численность вылупившихся личинок	
		в абсолютных цифрах	в % к контролю
Контроль 2, ДВ	11	12±4,01	100
1,5 *Cd*	9	22±5,28	183,3
3 *Cd*	10	30±5,34*	248,6
6 *Cd*	9	31±13,5*	256,9

Параметры *m* и *b* логистической модели процесса вылупления личинок картофельной нематоды под воздействием ионов кадмия и без корневых диффузатов картофеля не различались между вариантами опыта, за исключением значений максимального процента вылупившихся личинок *c*, который был выше в вариантах с ионами кадмия (рис. 2, табл. 4).

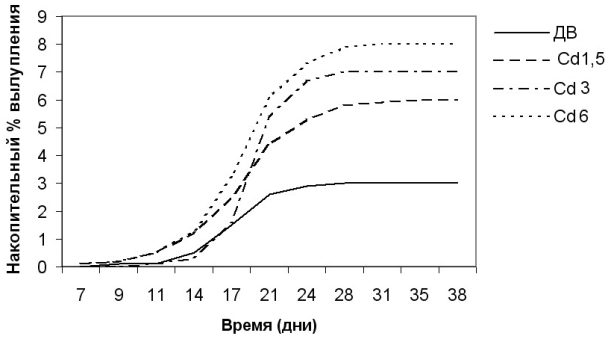


Рис. 2. Эмпирическая кривая, показывающая ожидаемый процент вылупления личинок нематоды в дистиллированной воде и растворах соли кадмия различных концентраций

Таблица 4. Параметры логистической модели, описывающей процесс вылупления инвазионных личинок без корневого диффузата в присутствии дистиллированной воды и ионов кадмия

Вариант опыта	m, дни	b	c, %	R^2
Контроль 2, ДВ	18±0,75[a]	0,41±0,02[a]	3,4±0,91[a]	0,981
1,5 *Cd*	18±0,42[a]	0,37±0,02[a]	6,9±1,22[b]	0,995
3 *Cd*	21±0,96[a]	0,49±0,06[a]	9,3±1,47[b]	0,988
6 *Cd*	21±1,20[a]	0,37±0,01[a]	6,0±1,01[b]	0,992

В целом изученные концентрации соли кадмия при наличии или отсутствии корневых диффузатов растения-хозяина показали стимулирующий эффект на процесс вылупления картофельной нематоды.

Обсуждение

Реальность настоящего времени такова, что наблюдается усиливающееся негативное воздействие человека на природу. Это проявляется в загрязнении почвы тяжелыми металлами, которые включаются в почвенные трофические цепи, а затем проникают и в растения, оказывая отрицательное влияние на их жизнедеятельность [Титов и др., 2007].

Изучение фауны почвенных нематод трансформированных биоценозов показало, что при загрязнении почвы тяжелыми металлами увеличивается количество паразитических нематод растений [Хотько и др., 1982; Yeates et al., 1994; Georgieva et al., 2002; Sánchez-Moreno, Navas, 2007; Pen-Mouratov et al., 2008; Сущук и др., 2008; Matveeva et al., 2010; Suschuk, Gruzdeva, 2010].

Экспериментальные исследования в лабораторных, а ранее и в полевых условиях позволили установить связь между такими факторами, как загрязнение почвы тяжелыми металлами и ее инфицированность КЦН. Так, в пахотных почвах Кижи в условиях монокультуры картофеля отмечена высокая численность нематоды, степень зараженности почвы колебалась от 10 до 214 цист глободеры на 100 г почвы [Груздева, Сущук, 2008]. Определение концентрации ТМ в почве агроценозов показало, что при высоком заражении почвы КЦН (214 цист/100 г почвы) содержание *Cd*, *Zn*, *Mn*, *Ni* больше фонового уровня по Карелии [Федорец и др., 2007].

Пусковым моментом развития нематоды и начальным этапом становления паразито-хозяинных отношений является процесс вылупления, включающий в себя стимуляцию корневыми выделениями картофеля находящихся внутри цист яиц и личинок, выход личинок из цист, нахождение ими хозяина и проникновение в корни растения. При разработке видоспецифичных методов регуляции численности картофельной нематоды необходимо выявить как оптимальные, так и экстремальные условия для развития фитопаразита на всех стадиях жизненного цикла. Проведены исследования механизма вылупления инвазионных личинок как стартового процесса развития нематоды [Perry, 1986, 1998; Jones et al., 1998], химического состава корневых диффузатов картофеля [Evans, 1983; Perry, 1989], облигатной и факультативной диапауз, позволяющих паразиту переживать неблагоприятные условия среды [Antoniou, 1989; Jones et al., 1998]. Проводятся поиск веществ и оценка эффективности способов, регулирующих численность нематоды, в том числе и в ходе процесса вылупления глободеры [Тимофеев, Понин, 1973; Груздева и др., 1999; 2010; Матвеева, Груздева, 1999; Matveeva et al., 2002].

Для вылупления личинок картофельной нематоды, кроме абиотических условий (температура, влажность и др.), необходимы специфические стимуляторы. Без них большинство личинок годами сохраняют жизнеспособность, находясь в неактивном состоянии. В отсутствие естественного фактора вылупления – корневых диффузатов картофеля – дистиллированная вода и ионы кадмия не прерывали диапаузу, в которой находились личинки в цисте, и наблюдалось лишь небольшое спонтанное вылупление нематоды (см. табл. 3), однако растворы соли кадмия более активно стимулировали вылупление нематоды, чем дистиллированная вода.

Известно, что для картофельной нематоды как узкоспециализированного эндопаразита корневые диффузаты картофеля являются наи-

более активными стимуляторами [Мяги, 1973; Evans, 1983; Матвеева, Груздева, 1999; Matveeva et al., 2002]. В настоящей работе самая высокая численность вылупившихся личинок также наблюдалась в варианте с корневыми диффузатами картофеля (см. табл. 1). Первичные данные эксперимента создают впечатление, что исследованные дозы *Cd* не оказывают сильного воздействия на процесс вылупления. Начало вылупления происходит одновременно в контроле и опытных вариантах. Вместе с тем использование логистической модели показало, что добавление ионов кадмия активизировало процесс вылупления, особенно на начальных этапах. Скорость процесса вылупления была выше в вариантах с ионами кадмия, что сказывалось на значении *m* (время в днях, когда наблюдается выход 50% от общего числа личинок, находящихся в цисте); оно значительно сокращалось в опытных вариантах по сравнению с контролем (см. рис. 1, табл. 2). Это создает возможность более раннего проникновения инвазионных личинок в корни картофеля при выращивании на почвах с повышенным содержанием кадмия, что увеличивает зараженность растения-хозяина. Установление данного факта имеет значение для практики возделывания картофеля на участках в черте города и вызывает необходимость предупреждения владельцев об опасности снижения продуктивности растений на загрязненных тяжелыми металлами почвах.

Выводы

Оценена роль ионов кадмия в становлении паразито-хозяинных отношений между картофелем и картофельной цистообразующей нематодой: они стимулируют более ранний выход личинок из цист.

Определено влияние техногенного загрязнения на уровень паразитарной инвазии: более раннее вылупление личинок нематоды из цист в загрязненной кадмием почве дает им преимущество во времени для проникновения в корни растения картофеля.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» № 01200955238 и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № П 1299.

Литература

Груздева Л. И., Матвеева Е. М. Расширение ареала картофельной цистообразующей нематоды на Северо-Западе России // Труды Центра паразитологии. Т. XLVI: Биоразнообразие и экология паразитов. М.: Наука, 2010. С. 71–80.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Коваленко Т. Е., Лай Г. Н. О регуляции численности картофельной нематоды в агроценозах Карелии // Вестник РАСХН. 1999, вып. 2. С. 41–44.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Коваленко Т. Е., Сущук А. А. Нематоды как индикаторы состояния и степени изменений почвенной экосистемы в условиях Северо-Запада России // Успехи совр. биол. 2010. Т. 130, № 1. С. 100–112.

Груздева Л. И., Сущук А. А. Влияние степени зараженности почвы картофельной цистообразующей нематодой на структуру сообществ почвенных нематод // Паразитология. СПб: Наука, 2008. Т. 42, № 6. С. 510–516.

Евдокимова Г. А., Кислых Е. Е., Мозгова Н. П. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере. Л.: Наука, 1984. 120 с.

Лазарева И. П. К вопросу о химическом загрязнении почв // Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана (экологические проблемы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1992. С. 102–131.

Матвеева Е. М., Груздева Л. И. Влияние коры хвойных деревьев на вылупление личинок картофельной нематоды // Вестник РАСХН. 1999, вып. 3. С. 34–36.

Морозова Р. М. К вопросу о загрязнении почв острова Кижи тяжелыми металлами // 10 лет экологическому мониторингу музея-заповедника «Кижи». Итоги, проблемы, перспективы (мат-лы науч.-практ. семинара). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2005. С. 66–75.

Мяги Э. А. Совместное действие специфического стимулятора с корневыми выделениями различных растений на вылупление личинок картофельной нематоды // Борьба с картофельной нематодой: матлы Всесоюзн. симпозиума. Тарту. 1973. С. 60–62.

Мяги Э. А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на вылупление личинок (*Heterodera rostochiensis* Woll.). Тарту, 1974. 157 с.

Соловьева Г. И., Потаевич Е. В., Кучко Л. А., Васильева А. П. Цистообразующая картофельная нематода и меры борьбы с ней. Петрозаводск: Карелия, 1980. 24 с.

Сущук А. А., Груздева Л. И., Иешко Е. П. Воздействие тяжелых металлов на фитопаразитических нематод // Тр. Карельского научного центра РАН. Биогеография. Современные проблемы паразитологии. Вып. 13. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 84–88.

Тимофеев Н. Н., Понин И. Я. Снижение плотности популяции картофельной нематоды при внесении микродоз пикролоновой кислоты под кормовые травы // Борьба с картофельной нематодой: мат-лы Всесоюзн. симпозиума. Тарту, 1973. С. 63.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Пет-

розаводска. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. 96 с.

Федорец Н. Г., Ткаченко Ю. Н., Ласточкина В. Г. и др. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях с огородов о. Кижи // Бюл. экологических исследований на территории Государственного музея-заповедника «Кижи», 2006 г. Петрозаводск: издательский центр музея-заповедника «Кижи». 2007. С. 17–25.

Хотько Э. И., Ветрова С. Н., Матвеенко А. А., Чумаков Л. С. Почвенные беспозвоночные и промышленное загрязнение. Минск: Наука и техника, 1982. 264 с.

Antoniou M. Arrested development in plant-parasitic nematodes // Helminthological Abstracts. Series B. 1989. Vol. 58. P. 1–19.

Evans K. Hatching of potato cyst nematodes in root diffusates collected from twenty-five potato cultivars // Crop protection. 1983. 2 (1). P. 97–103.

Georgieva S. S., McGrath S. P., Hooper D. J., Chambers B. S. Nematode communities under stress: the long-term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge // Applied Soil Ecology. 2002. Vol. 20. P. 27–42.

Jones P. W., Tylka G. L., Perry R. N. Hatching // Perry R. N. & Wright D. J. (eds). The physiology and biochemistry of free-living and plant-parasitic nematodes. CAB International, Wallingford, UK. 1998. P. 181–202.

Matveeva E. M. Evaluation of a test for choice of potato cultivars with resistance to *Globodera pallida.* Master of Science in Nematology thesis. University of Gent. 2001. 91 p.

Matveeva E., Gruzdeva L., Kovalenko T. Potato cyst nematode control by wastes of logging and wood industry // The alternative control methods against plant pests and diseases. Lille, 2002. P. 162–169.

Matveeva E. M., Gruzdeva L. I., Suschuk A. A. Hatching of potato cyst nematode Globodera rostochiensis in host root leachates under different invasion conditions // Aspects of Applied Biology 103, 3rd Symposium on Potato Cyst Nematodes. UK, 2010. P. 35–43.

Pen-Mouratov S., Shukurov N., Steinberger Y. Influence of industrial heavy metal pollution on soil free-living nematode population // Environmental Pollution. 2008. Vol. 152. P. 172–183.

Perry R. N. Physiology of hatching. // Lamberti F. & Taylor C. E. (eds). Cyst Nematodes. New York & London: Plenum Press, 1986. P. 119–131.

Perry R. N. Root diffusate and hatching factors // Aspects of Applied Biology. 1989. Vol. 22. P. 121–128.

Perry R. N. The physiology and sensory perception of potato cyst nematode, *Globodera* species // Marks R. J. & Brodie B. B. (eds). Potato cyst nematodes. Biology, Distribution and Control. CAB International, Wallingford, UK. 1998. P. 27–49.

Sánchez-Moreno S., Navas A. Nematode diversity and food web condition in heavy metal polluted soils in a river basin in southern Spain // European J. Soil Biol. 2007. Vol. 43. P. 166–179.

Suschuk A. A., Gruzdeva L. I. Soil nematode communities under heavy metal pollution // Abstracts of 30th International Symposium of the European Society of Nematologists. Vienna, September 19–23, 2010. P. 128.

Wesemael W. M. L., Perry R. N., Moens M. The influence of root diffusate and host age on hatching of the root-knot nematodes, *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* // Nematology. 2006. Vol. 8 (6). P. 895–902.

Yeates G. W., Orchard V. A., Speir T. W. et al. Impact of pasture contamination by copper, chromium, arsenic timber preservative on soil biological activity // Biol. Fertil. Soils. 1994. Vol. 18. P. 200–208.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Груздева Людмила Ивановна
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: gruzdeva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Матвеева Елизавета Михайловна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: matveeva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783622

Сущук Анна Алексеевна
младший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: anna_sushchuk@mail.ru
тел. (8142) 762706

Gruzdeva, Ludmila
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: gruzdeva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Matveeva, Elizaveta
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: matveeva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783622

Suschuk, Anna
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: anna_sushchuk@mail.ru
tel. (8142) 762706

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 45–48.

УДК [58.036:581.08.132]:582,739

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА НЕТТО-ФОТОСИНТЕЗ КУЛЬТУРЫ ТЕПЛИЧНОГО ОГУРЦА

С. Н. Дроздов, Е. С. Холопцева, Э. Г. Попов

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В регулируемых условиях среды в четырехфакторном планируемом эксперименте изучено влияние температуры почвы на нетто-фотосинтез интактных растений огурца в фазу четвертого настоящего листа в зависимости от интенсивности света и температуры воздуха, содержания в нем углекислоты. Показано ее влияние на видимый фотосинтез растений, особенно в зоне повышенных температур воздуха и низкой освещенности. Для рассады огурца с. Алма-Атинский 1 максимум нетто-фотосинтеза достигается при отрицательном температурном градиенте почва / воздух 23/38°С, освещенности 25,5 клк и 0,27% содержании CO_2 в воздухе.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Cucumis sativus* L., интактное растение, нетто-фотосинтез, температура почвы, многофакторный эксперимент.

S. N. Drozdov, E. S. Kholoptseva, E. G. Popov. EFFECTS OF SOIL TEMPERATURE ON NET PHOTOSYNTHESIS IN PLANTS

The effect of soil temperature on net photosynthesis in intact cucumber plants at the phase with the fourth true leaf was investigated in a pre-planned four-factor experiment under a controlled environment and in relation with light intensity, air temperature and carbonic acid content. The soil temperature was shown to affect apparent photosynthesis in the plants, especially at high air temperature and low light intensity. Net photosynthesis in cucumber seedlings of the Alma-Atinsky 1 variety peaked at a negative soil/air temperature gradient of 23/38°, when illuminance was 25.5 klux and CO_2 content in the air was about 0.27%.

K e y w o r d s : Cucumis sativus L., intact plants, net photosynthesis, soil temperature, multifactor pre-planned experiment.

Введение

Установление наряду с поглотительной способностью корня его синтетической функции [Рубин, 1956] повысило интерес исследователей к влиянию температуры почвы на различные стороны жизнедеятельности растений [Коровин, 1961; Радченко, 1966], в том числе и на их CO_2-обмен [Лубнин, Метлякова, 1976; Курец и др., 2003; Дроздов и др., 2008]. Вместе с тем в связи со сложной взаимозависимостью биологических процессов, метеорологических факторов и продолжительностью их действия многие вопросы их влияния, в частности, на фотосинтез растений далеко не выяснены. При этом наиболее актуально изучение влияния температуры почвы у культур защищенного грунта, где факторы внешней среды поддаются регулированию.

Задачей настоящей работы было изучение влияния температуры почвы на нетто-фотосинтез интактных растений огурца на ранних фа-

зах его развития в зависимости от интенсивности освещенности, температуры воздуха и содержания в нем CO_2.

Материалы и методы

Опыты проводили с растениями огурца (*Cucumis sativus* L.) раннеспелого с. Алма-Атинский 1, выведенного для теплиц преимущественно с солнечным обогревом. Растения выращивали по одному в сосуде объемом 0,5 л на песчаной культуре в факторостатных условиях [Дроздов, Курец, 2003]. В возрасте 22–23 суток (в фазе 4-х настоящих листьев) сосуды с растениями поочередно помещали в герметический бокс установки для исследования газообмена с регулированием концентрации углекислоты в воздухе, освещенности и температуры воздуха и почвы [Таланов и др., 1982], где проводили четырехфакторный эксперимент по плану Бокса-Бенкера (табл. 1). Экспозиция в каждой точке плана составляла 30–40 мин и определялась выходом CO_2-обмена на стационарный уровень. Диапазон варьирования факторов в эксперименте выбирался на основании литературных данных в пределах зоны оптимума [Дроздов и др., 1981; Попов, 1986].

Таблица 1. План четырехфакторного эксперимента и интенсивность нетто-фотосинтеза растений огурца с. Алма-Атинский 1 в фазу 4-х листьев

№	E, клк	CO_2, % об.	Тв, °С	Тп, °С	PN, мг CO_2/г · ч
1	23	0,06	26,5	22	26,64
2	5	0,06	26,5	22	8,72
3	23	0,3	26,5	22	38,56
4	5	0,3	26,5	22	29,21
5	14	0,18	38	14	25,76
6	14	0,18	15	14	21,84
7	14	0,18	38	30	22,72
8	14	0,18	15	30	16,83
9	14	0,18	26,5	14	24,96
10	5	0,18	26,5	14	15,04
11	23	0,18	26,5	14	30,88
12	5	0,18	26,5	30	13,76
13	23	0,18	26,5	30	27,04
14	14	0,06	15	22	16,42
15	14	0,3	15	22	29,04
16	14	0,06	38	22	17,04
17	14	0,3	38	22	35,44
18	14	0,18	26,5	22	24,96
19	14	0,06	26,5	14	17,92
20	14	0,3	26,5	14	32,64
21	14	0,06	26,5	30	13,04
22	14	0,3	26,5	30	28,08
23	5	0,18	15	22	18,01
24	23	0,18	15	22	27,21
25	5	0,18	38	22	18,42
26	23	0,18	38	22	36,64
27	14	0,18	26,5	22	27,23

Примечание. Здесь и в табл. 2: E – интенсивность освещенности, CO_2 – концентрация углекислого газа в воздухе, Тв – температура воздуха, Тп – температура почвы, PN – интенсивность нетто-фотосинтеза.

Результаты и обсуждение

Обработка полученных данных методом множественного регрессионного анализа определила численные коэффициенты уравнений количественной зависимости CO_2-обмена от переменных факторов опыта – модели их влияния на нетто-фотосинтез – в виде полинома второй степени:

$$PN = -20{,}87 + 0{,}9045 \cdot E + 67{,}744 \cdot C + 2{,}129 \cdot T_2 - 0{,}00553 \cdot E^2 - 1{,}9815 \cdot E \cdot C + 0{,}02184 \cdot E \cdot T_1 - 0{,}00889 \cdot E \cdot T_2 - 8{,}161 \cdot C^2 + 1{,}0437 \cdot C \cdot T_1 - 0{,}007918 \cdot T_1^2 + 0{,}00544 \cdot T_1 \cdot T_2 - 0{,}05428 \cdot T_2^2$$

где PN – нетто-фотосинтез, мг CO_2/г · ч;

E – освещенность, клк;

T_1, T_2 – температура, °С соответственно воздуха и почвы;

C – концентрация CO_2 в воздухе, %.

Статистическая оценка модели показала высокую степень ее адекватности по критерию Фишера ($F_{расч.} > F_{табл.}$) при уровне надежности $\alpha = 0{,}05$ и коэффициенту множественной детерминации $R_2 = 0{,}86$.

Анализ модели численными методами позволил определить потенциальный максимум нетто-фотосинтеза и соответствующие ему условия внешней среды, нижнюю границу зон оптимума по всем исследуемым факторам внешней среды (90% от потенциального максимума по Лархеру, 1978, что однозначно фоновой зоне, как показали исследования) [Дроздов, Курец, 2003], почвенные температурные кривые нетто-фотосинтеза в пределах опыта в зависимости от уровня освещенности, температуры воздуха и содержания в нем CO_2. Учитывая, что условия внешней среды, обеспечивающие максимум нетто-фотосинтеза растений, даже в пределах защищенного грунта, реализуются достаточно редко, более реальную экологическую характеристику экотипа (сорта) дают условия среды зоны оптимума [Дроздов, Курец, 2003]. У исследуемого сорта потенциальный максимум видимого фотосинтеза достигается при отрицательном температурном градиенте между воздухом и почвой, относительно низкой освещенности и повышенном содержании в воздухе углекислоты (табл. 2).

При естественном содержании CO_2 в воздухе (0,036 %) максимум нетто-фотосинтеза интактных растений огурца достигается в условиях более низкой освещенности (20 клк) и температур почвы и воздуха – +22° и +26°С соответственно (рис. 1, кривая 6). Понижение или повышение температуры почвы от максимума при оптимальной освещенности несколько снижает интенсивность видимого фотосинтеза (кривые 3, 6, 9). Уменьшение уровня освещенности усиливает их негативное влияние на нетто-фотосинтез, особенно при высоких темпе-

ратурах воздуха (кривые 1,4,7), что является в основном результатом повышения интенсивности дыхания, в значительной степени за счет роста составляющей дыхания поддержания [Хит, 1972; Дроздов и др., 2005]. Снижение освещенности (5–14 клк, кривые 1, 2, 4, 5, 7, 8), естественно, приводит к уменьшению интенсивности нетто-фотосинтеза со смещением его максимума в сторону пониженных температур как почвы, так и воздуха. Повышение температуры воздуха смещает максимум нетто-фотосинтеза в сторону более высоких температур почвы.

Увеличение до оптимального содержания в воздухе CO_2 (табл. 2) ведет к значительному возрастанию интенсивности нетто-фотосинтеза во всех случаях исследованных уровней освещенности, особенно в пределах зоны оптимума (рис. 2, кривые 3, 6, 9). При этом максимум нетто-фотосинтеза смещается в сторону более высоких температур почвы и воздуха. Потенциальный максимум достигается при более высоком уровне освещенности, что согласуется с литературными данными, свидетельствующими о зависимости эффективности углекислотной подкормки тепличной культуры огурца от освещенности [Bolhar-Narald, 1980]. Возрастание интенсивности освещенности выше 25 клк у огурца приводит к снижению видимого фотосинтеза, особенно за пределами фоновой зоны, что связано с появлением излишка энергии возбуждения [Головко и др., 2008], ведущей к фотоингибированию в ФС II [Карапетян, Бухов, 1986; Behera, Choundhury, 2002].

Таблица 2. Потенциально возможные максимум и оптимум нетто-фотосинтеза растений огурца с. Алма-Атинский 1 в фазу 4-х настоящих листьев и условия внешней среды, обеспечивающие их достижение

Максимум					Оптимум				
PN мг CO_2/г·ч	E, клк	Тв, ˚С	Тп, ˚С	CO_2, %	PN мг CO_2/г·ч	E, клк	Тв, ˚С	Тп, ˚С	CO_2, %
40,7	25,5	38,0	23,4	0,27	39,2	>22	>30	>17,2	>0,22

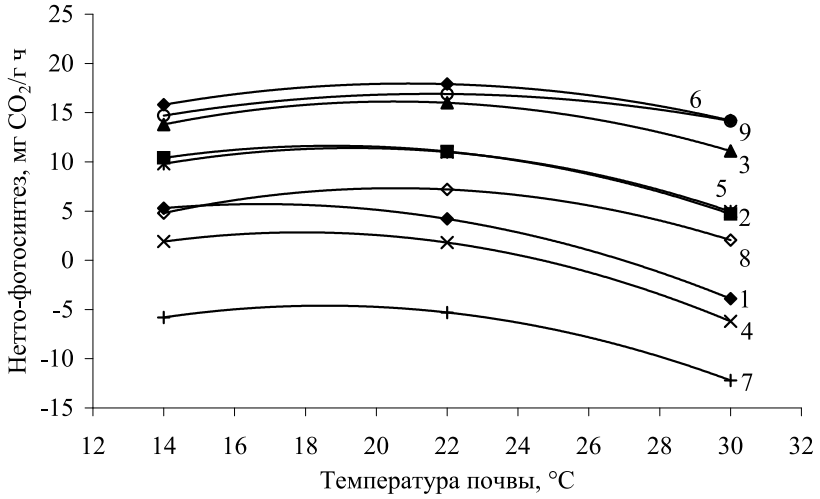


Рис. 1. Влияние температуры почвы на нетто-фотосинтез интактных растений огурца с. Алма-Атинский 1 в фазу 4-х настоящих листьев при естественном содержании в воздухе CO_2 (0,036%), освещенности и температуре воздуха соответственно

Усл. обозн. здесь и на рис. 2: 1 – 5 клк, 15°С; 2 – 14 клк, 15°С; 3 – 23 клк, 15°С; 4 – 5 клк, 26°С; 5 – 14 клк, 26 °С; 6 – 23 клк, 26°С; 7 – 5 клк, 38°С; 8 – 14 клк, 38°С; 9 – 23 клк, 38°С

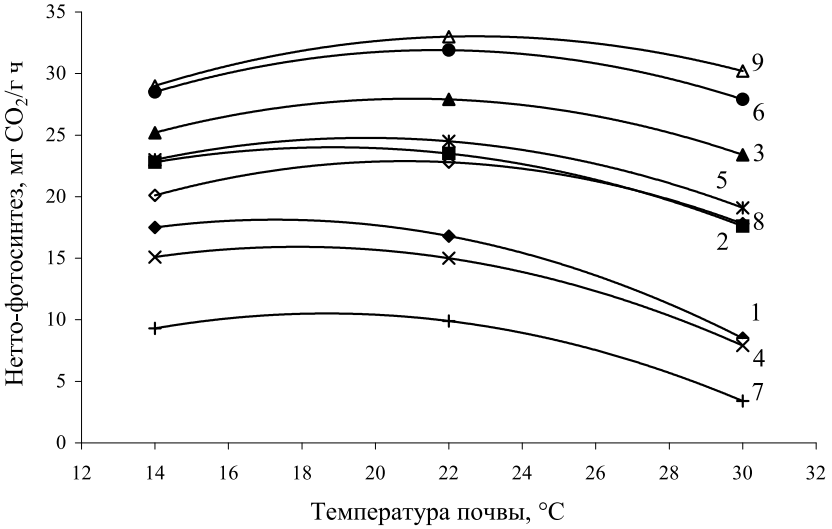


Рис. 2. Влияние температуры почвы на нетто-фотосинтез интактных растений огурца с. Алма-Атинский 1 в фазу 4-х настоящих листьев при повышенном содержании в воздухе CO_2 (0,3%), освещенности и температуре воздуха соответственно

Выводы

Таким образом, исследования показали влияние температуры почвы на нетто-фотосинтез интактных растений огурца, особенно при высокой температуре воздуха и низкой освещенности. Экстремальные температуры почвы, как низкие, так и высокие, усиливают негативное влияние высокой интенсивности света на нетто-фотосинтез. Для рассады огурца с. Алма-Атинский 1 максимум нетто-фотосинтеза достигается при отрицательном температурном градиенте почва / воздух – 23/38°С, освещенности 25,5 клк и 0,27% содержании CO_2 в воздухе.

Литература

Головко Т. К., Дымова О. В., Яцко Я. Н. и др. Пигментный аппарат растений: структура, функция, экофизиология // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: мат-лы Всерос. конф. Петрозаводск, 2008. Ч. 6. С. 34–37.

Дроздов С. Н., Курец В. К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск, 2003. 170 с.

Дроздов С. Н., Попов Э. Г., Холопцева Е. С., Титов А. Ф. Изменение нетто-фотосинтеза растений люпина узколистного под влиянием температуры почвы // Докл. РАСХН. 2008. № 2. С. 19–20.

Дроздов С. Н., Сычева З. Ф., Попов Э. Г. и др. Роль дыхания в формировании терморезистентности растений // Физиология и биохимия растений. 2005. Т. 37, № 1. С. 73–78.

Дроздов С. Н., Титов А. Ф., Балагурова Н. И., Критенко С. П. О терморезистентности проростков огурца и градации температурной шкалы // Физиология растений. 1981. Т. 28, вып. 6. С. 1239–1244.

Карапетян Н. В., Бухов Н. Г. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений // Физиология растений. 1986. Т. 33, вып. 5. С. 1013–1026.

Коровин А. И. Температура почвы и растение на Севере. Петрозаводск, 1961. 192 с.

Курец В. К., Дроздов С. Н., Попов Э. Г. и др. Температурный градиент воздух–почва как фактор оптимизации нетто-фотосинтеза интактных растений // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 1. С. 81–87.

Лархер В. Экология растений. М.: Мир. 1978. 384 с.

Лубнин В. Ф., Метлякова А. Д. Влияние температуры корнеобитаемой среды в рассадный период на рост и продуктивность томата, капусты и огурца // Биологические основы овощеводства под пленкой в Восточной Сибири: Сб. трудов. Иркутск: СИФИБР, 1976. С. 11–28.

Попов Э. Г. Зависимость CO_2-газообмена огурца от условий внешней среды (на примере трех сортов) // Термоадаптация и продуктивность растений. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР. 1986. С. 102–109.

Радченко С. И. Температурные градиенты среды и растения. М.; Л.: Наука, 1966. 389 с.

Рубин Б. А. Физиология растений. М.: Советская наука, 1956. Ч. 2. 288 с.

Таланов А. В., Безденежный В. А., Хилков Н. И. Установка для исследования газообмена интактных растений // Влияние факторов внешней среды и физиологически активных веществ на терморезистентность и продуктивность растений. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. С. 142–149.

Хит О. Фотосинтез (физиологические аспекты). М.: Мир, 1972. 312 с.

Behera R. K., Choundhury N. K. High irradiance induced pigment degradation and loss of photochemical activity of wheat chloroplasts // Biol. Plant. 2002. Vol. 45, N 1. P. 45–49.

Bolhar–Harald R. Anderungen im Wirkungsgrad der Photosyntese als Basis erohter Produktivitet // Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1980. Vol. 93, N 2. P. 425–439.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дроздов Станислав Николаевич
главный научный сотрудник, д.б.н., профессор
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: drozdov@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Холопцева Екатерина Станиславовна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: holop@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762712

Попов Эдуард Григорьевич
к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
тел. (8142) 762706

Drozdov, Stanislav
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: drozdov@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Kholoptseva, Ekaterina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: holop@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762712

Popov, Eduard
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel. (8142) 762706

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 49–56.

УДК 577.161.3:599

ТОКОФЕРОЛ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЯХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗЛИЧНОГО ЭКОГЕНЕЗА

Т. Н. Ильина, Т. Р. Руоколайнен, В. В. Белкин, И. В. Баишникова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Исследована концентрация витамина Е (α-токоферол) в печени, почках, сердечной и скелетной мышцах 23 видов млекопитающих, которые обитают в природных условиях или разводятся в зоокультуре. У большинства видов наиболее высокое содержание токоферола обнаруживается в печени и почках. Выявлены существенные отличия в распределении и уровне токоферола, в том числе и у систематически близких видов, связанные, вероятно, с экологическими особенностями животных. Результаты позволяют рассматривать токоферол как один из факторов поддержания на стационарном уровне системы природных антиоксидантов.

Ключевые слова: токоферол, антиоксиданты, млекопитающие, виды, адаптация.

T. N. Ilyina, T. R. Ruokolaynen, V. V. Belkin, I. V. Baishnikova. TOCOPHEROL IN PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF MAMMALS WITH DIFFERENT ECOGENESIS

The vitamin E (α-tocopherol) concentration was investigated in liver, kidney, heart and skeletal tissues of 23 mammal species, some of them living in the wild and others farm-bred. In most of the species the tocopherol level was the highest in liver and kidneys. Some significant differences were found in the tocopherol distribution and content, even among taxonomically close species. They were mainly due to ecological peculiarities of the animals. The research data show that tocopherol is an important factor for maintaining the natural antioxidant system at a static level.

Key words: tocopherol, antioxidants, mammals, species, adaptation.

Введение

В естественной среде обитания обмен веществ и процессы, обеспечивающие его осуществление в животном организме, протекают в сложной и динамичной обстановке и находятся под влиянием многих факторов. Поддержание устойчивого обмена в постоянно меняющихся условиях невозможно без специальных адаптаций, позволяющих отдельному организму приспособиться к воздействию факторов среды. При этом адаптивные механизмы складываются как интегрированный результат поведения и физиологических реакций отдельных особей данного вида на основе непрерывного потока информации о состоянии внешней среды [Шилов, 1985].

Одним из биохимических показателей адаптации к окружающей среде является содержание витаминов в тканях животных, которое, по всей вероятности, в значительной степени зависит от экологической специализации вида. Существующее видовое многообразие животных обусловливает неоднородное участие витами-

нов в различных звеньях клеточного обмена в организме, представляющих биохимическую основу их влияния на физиологические процессы [Чаговец, Лахно, 1968]. Так, адаптация к различным факторам среды сопровождается повышением антиокислительной активности липидов, которая зависит от состава и содержания в них основного природного антиоксиданта – витамина Е, входящего в группу так называемых пищевых антиоксидантов, потребность в которых удовлетворяется поступлением с пищей. Растительноядные животные являются первичными потребителями продуцентов витаминов, а плотоядные получают витамины, синтезированные растениями, поедая других животных.

В живых тканях витамин Е выполняет роль биологического антиоксиданта, препятствующего развитию нерегулируемых, цепных свободнорадикальных процессов перекисного окисления ненасыщенных тканевых липидов (ПОЛ). В то же время активные формы кислорода можно отнести к естественным стресс-агентам окружающей среды, поэтому существующее в клетке оптимальное соотношение между продукцией супероксида и его улавливанием в процессах метаболизма рассматривается как отражение эволюционно сложившейся потребности организма. Известная двойственность анти- и прооксидантного действия токоферола позволяет рассматривать его не только как антиоксидант, но и как соединение, поддерживающее процессы ПОЛ на определенном стационарном уровне, способствующее тем самым сохранению динамического равновесия антиоксидантного статуса организма [Халмурадов и др., 1980; Надиров, 1991; Меньщикова и др., 2006].

У млекопитающих характер распределения витамина Е в организме, где основной его формой в тканях является α-токоферол, может иметь существенные различия.

Эндогенный фон витамина Е характеризует особенности обмена в зависимости от физиологических процессов и биологических функций органов и тканей, видовой принадлежности, экологических особенностей животных и целого ряда других факторов. Среди многочисленных исследований содержания витамина Е в тканях человека, лабораторных или одомашненных животных работы, посвященные изучению уровня токоферола у диких млекопитающих, встречаются достаточно редко. Нами представлены результаты исследования содержания α-токоферола в органах и тканях видов животных как сравнительно недавно введенных в зоокультуру и не утративших черт своих диких предков, так и обитающих в природных условиях млекопитающих различных таксономических групп.

Материалы и методы

Объектами исследования были 23 вида млекопитающих: американская норка (*Mustela vison* Briss.), соболь (*Martes zibellina* L.), песец (*Alopex lagopus* L.), обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* L.), енотовидная собака (*Nycterous procionoides* Gray), нутрия (*Myocastor coypus* Molina), кролик (*Leporidae* Fischer), шиншилла (*Chinchilla* Bennett), разводимые в зоокультуре; американская норка, куница (*Martes martes* L.), ласка (*Mustela nivalis* L.), волк (*Canis lupus* L.), енотовидная собака, бурый медведь (*Ursus arctos* L.), канадский (*Castor Canadensis* Kuhl) и европейский (*C. fiber* L.) бобры, ондатра (*Ondatra zibethica* L.), заяц-беляк (*Lepus timidus* L.), водяная кутора (*Neomys fodiens* Penn.), бурозубка средняя (*Sorex caecuties* Laxm.*)*, крот (*Talpa europaea* L.), усатая ночница (*Myotis mystacinus* Kuhl), северный кожанок (*Vespertillio nilssoni* Kyserling et Blasius), бурый ушан (*Plecotus auritus* L.), добытые в природе.

Исследовалось содержание витамина Е в печени, почках, сердце и скелетной мышце. Взятые образцы тканей замораживали и хранили при температуре – 25° С до проведения анализа. Концентрацию α-токоферола в тканях определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Скурихин, Двинская, 1989]. Хроматографическое разделение осуществляли на микроколоночном хроматографе с ультрафиолетовым детектором. Элюентом служила смесь гексана с изопропанолом. Для построения калибровочных кривых использовали стандартные растворы α-токоферола (Sigma, США). Результаты обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики [Ивантер, Коросов, 2003].

Результаты и обсуждение

Выявлены видовые различия в распределении витамина Е в тканях млекопитающих различных систематических групп, связанные, как правило, с экологическими особенностями вида.

Низкий уровень α-токоферола обнаружен в печени насекомоядных (кутора, средняя бурозубка, крот, летучие мыши), а в некоторых тканях у этих животных витамин Е не детектировался. Не выявлено существенных различий в содержании токоферола в печени наземной средней бурозубки и куторы, полуводного млекопитающего, способного к нырянию [Гуреев, 1963; Галанцев, 1977]. У крота содержание витамина Е в печени, являющейся депонирующим органом, было самым низким (табл.).

Концентрация α-токоферола в органах и тканях млекопитающих, мкг/г

№	Вид	n	Органы и ткани			
			печень	почки	сердце	мышца
1	Бурозубка средняя	1	5,5			
2	Кутора	1	5,4	0		
3	Крот	4	2,83 ± 0,59	0	0	4,25 ± 2,15
4	Усатая ночница	3	9,71 ± 4,12	4,35**		4,7**
5	Северный кожанок	5	12,30 ± 8,02	15,58 ± 8,84	13,68 ±1,63	5,99 ± 0,03
6	Бурый ушан	2	7,59 ± 3,54	4,91 ± 2,69	11,74**	3,20 ± 0,70
7	Заяц-беляк	2	12,1 ± 5,1	9,5 ± 3	4,7 ± 1,1	4,55 ± 0,95
8	Кролик	3	22,83 ± 15,05	12,33 ± 8,03	10,85 ± 2,55	7,8 ± 2
9	Бобр европ.	4	12,475 ± 3,60	15,425 ± 6,05	12,3 ± 3,76	0
10	Бобр канад.	4	8,425 ± 2,68	8,8 ± 0,64	7,85 ± 1,63	2,2 ± 1,74
11	Нутрия	4	23,65 ± 2,03	24,65 ± 2,24	28,38 ± 1,85	26,65 ± 1,93
12	Шиншилла	4	32,6 ± 2,64	31,7 ± 4,11	33 ± 2,44	31,3 ± 2,48
13	Ондатра	2	8,39 ± 0,37	19,12 ± 7,21 11, 91 – 26,33*	9,95 ± 3,96	20,74 ± 12,72 8,02 – 33,45*
14	Куница	2	30,8 ± 3,82	15,2 ± 2,55	7,25 ± 1,03	5,85± 2,51
15	Норка амер. (клеточная)	5	41,18 ± 5,59	55,4 ± 15,49	31,68 ± 4,60	24,76 ± 4,30
16	Норка амер. (дикая)	3	56 ± 11,90	94,9 ± 7,58	53,13 ± 8,69	33,83 ± 9,69
17	Соболь	10	29,45 ± 3,24	51,76 ± 4,09	28,61 ± 1,43	5,91 ± 0,59
18	Ласка	1	7,25	34,83	17,04	7,17
19	Волк	2	9,93 – 139,6*	0 – 19,66*	6,59 ± 2,62	0,29**
20	Лисица	5	38,1 ± 2,71	77,78 ± 10,59	27,31 ± 2,27	27,6 ± 2,67
21	Песец	5	38,58 ± 3,84	138,76±15,08	34,6 ± 6,77	35,4 ± 6,84
22	Енотовидная собака (дикая)	1	93,2	40,5	27,5	29,4
23	Енотовидная собака (клеточная)	6	16,02 ± 2,4	66,23 ± 23,07	11,73 ± 0,78	17,09 ± 2,25
24	Медведь	4	49,27 ± 19,22 17,4 – 97,2*	11,28 ± 4,54 2,9 – 23,8*	18,29 ± 10,94 4,7 – 50,6*	13,9 ± 10,94 4,3 – 27,0*
25	Лось	8	6,35 ± 5,56	11,21 ±12,54 3,3 – 43,5 *	5,64 ± 2,98	8,48 ± 11,41 0 – 37,7*

* Минимальное и максимальное значения.
** Исследован один образец.

Следует учесть, что насекомоядные, с одной стороны, используют корма, при потреблении которых накопление токоферола в тканях ограничено, а с другой – имеют чрезвычайно высокий уровень метаболизма, связанный с активным образом жизни и высокой подвижностью, при котором потребление кислорода примерно в 4 раза выше, чем у мелких грызунов сравнимого размера [Ивантер и др., 1985]. В результате такого интенсивного кислородного метаболизма у землероек, самых мелких млекопитающих, реакции окисления в тканях идут очень быстро – токоферол присоединяет активные формы кислорода, тем самым препятствуя влиянию гидроперекисей [Надиров, 1991]. Можно предположить, что включение токоферола в обменные процессы, в частности участие его в подавлении продукции активированных кислородных метаболитов, является у насекомоядных как одних из древнейших млекопитающих [Гуреев, 1963] наиболее ранним в хронологическом отношении и следует, вероятно, рассматривать в качестве биохимической адаптации, возникшей уже на начальной стадии эволюции высших позвоночных.

Одной из особенностей изучаемых нами животных является сезонность их жизненного цикла, включающая четкую приуроченность периода размножения к определенному времени года и связанные с этим изменения в ряде физиологических систем. Так, содержание токоферола у летучих мышей, единственных из млекопитающих, способных к активному полету, исследовалось в состоянии гибернации в ранний весенний период. Концентрация α-токоферола в тканях была близка к значениям у представителей насекомоядных. В период гибернации у зимоспящих рукокрылых наблюдается снижение уровня метаболизма, когда основным источником энергии являются жиры, где содержание токоферола достаточно велико. У гибернирующих животных интенсивность липолиза поддерживается на уровне, необходимом для постоянного, хотя и пониженного снабжения тканей энергией. Процессы обмена веществ при гибернации замедляются вследствие комплекса физиологических и биохимических перестроек, направленных на экономию энергозатрат. На протяжении зимней спячки происходит постепенная подготовка организма, и в первую очередь половой системы животных к размножению. Существует взаимосвязь между состоянием системы размножения и временем выхода животных из спячки [Ануфриев, 2008]. При дефиците токоферола в организме возникают нарушения функции размножения, поэтому сохранение определенного уровня витамина Е необходимо для готовящих-

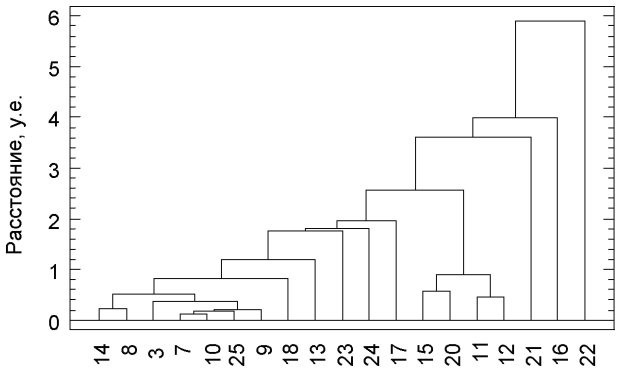
ся к размножению животных. Можно предположить, что установленное в тканях содержание токоферола демонстрирует адекватную обеспеченность витамином организма животных в конце зимовки. В то же время анализ индивидуальных данных показал, что концентрация токоферола у самки усатой ночницы была в 2–4 раза выше, чем у самцов. Увеличение содержания токоферола в весенний период было обнаружено и у млекопитающих, не впадающих в спячку [Теплый, 1979; Ильина и др., 2007].

У зайца-беляка, типичного наземного представителя млекопитающих, максимальная концентрация α-токоферола выявлена в печени, затем по убыванию в почках, сердечной и скелетной мышцах. Такое же распределение витамина Е, характерное для многих животных [Надиров, 1991; Меньщикова и др., 2006; Ильина и др., 2008], было обнаружено и у другого представителя отряда Зайцеобразные – кролика.

Грызуны являются самым многочисленным и широкораспространенным отрядом млекопитающих, представители которого занимают самые разнообразные экологические ниши. Нами исследовано содержание витамина Е в тканях пяти представителей этого отряда – европейского и канадского бобров, ондатры, нутрии и шиншиллы.

Содержание токоферола в тканях могут изменять различные внешние воздействия, в том числе и гипоксические состояния, являющиеся частым событием в жизни ныряющих млекопитающих. У относящихся к амфибионтам бобров и ондатры, значительно отличающихся по образу жизни от сухопутных млекопитающих, более высокое содержание α-токоферола установлено в почках, что характерно для полуводных животных [Туманов, 2003]. В то же время при сравнительном анализе содержания α-токоферола у европейского и канадского бобров отмечена разница между этими родственными видами (рис.). Исследования показали, что содержание витамина Е во всех изученных органах было выше у европейского бобра. В сердечной мышце уровень витамина Е был высоким у бобров обоих видов, в то время как в скелетной токоферол обнаружен только у канадского бобра. Такое распределение α-токоферола отражает, очевидно, интенсивность окислительных процессов в тканях, обусловленных адаптацией к вынужденной гипоксии-реоксигенации при нырянии, когда потребление миокардом кислорода снижается с последующим за этим увеличением, сопровождающимся генерацией эндогенных кислородных радикалов и повышением потребности в антиоксидантах [Ikeda et al., 2004].

Ранее отмечалось, что запасы кислорода в мышцах ныряльщиков превышают его запасы в крови, но под водой они быстро истощаются, в результате чего мышцы начинают покрывать энергетические затраты гликолитическим путем [Галанцев, 1977; Хочачка, Сомеро, 1977]. Состояние гипоксии-реоксигенации вызывает усиленную утилизацию антиоксиданта, интенсивность которой в тканях различна, что объясняет удовлетворение потребности сердечной ткани в токофероле в первую очередь. Очевидно, что сердце обладает не только высоким уровнем окислительного метаболизма, но и совершенной антиоксидантной защитой, обеспечивающей бóльшую защищенность сердечной мышцы по сравнению со скелетной [Архипенко и др., 1987; Илюха и др., 2010]. В то же время у ондатры концентрация токоферола в мышцах была достаточно высокой, но количественно отличалась у двух исследованных особей – у самца содержание витамина в четыре раза превышало этот показатель в мышцах самки. Высокое содержание токоферола обнаружено в тканях разводимых в зоокультуре шиншиллы и нутрии, что, видимо, связано как с экзогенным поступлением, так и с экогенезом этих видов – природной средой обитания шиншиллы является высокогорье, а нутрия, как бобры и ондатра, относится к полуводным видам. Характерно, что на дендрограмме шиншилла и нутрия также оказались в одном кластере (см. рис.). Очевидно, что уровень витамина Е в тканях и органах животных, отличающихся по образу жизни, является отражением экологических особенностей и зависит от уровня обменных процессов, которые связаны с процессом адаптации к условиям вынужденной гипоксии, подразумевающей комплекс морфологических и биохимических изменений организма [Галанцев, 1977; Ikeda et al., 2004].



Дендрограмма сходства изученных видов (цифры на дендрограмме соответствуют нумерации животных в табл.)

Значительные межвидовые различия обнаружены в распределении токоферола в органах представителей семейства Куньи (куница, американская норка, соболь, ласка), животных,

близких по массе тела, но различных по экогенезу: норку относят к околоводным видам, куница, ласка и соболь – типичные сухопутные представители хищных млекопитающих. Следует отметить, что у дикой норки содержание токоферола в тканях было выше, чем у разводимой в неволе, но общий характер распределения α-токоферола в органах диких и введенных в зоокультуру норок, несмотря на длительное их разведение в искусственных условиях, был практически одинаков. Содержание α-токоферола в тканях куницы было значительно ниже, чем у норки. Существенные межвидовые различия наблюдались и в характере его распределения – если у куницы максимальная концентрация токоферола обнаружена в печени, то у норки, как дикой, так и разводимой в неволе, более высокий уровень витамина Е был в почках. Среди близких по размеру хищников у амфибионтов относительная масса почек больше, что связано с их усиленной функциональной деятельностью, в том числе и с потреблением кормов, содержащих высокий процент воды [Туманов, 2003]. Интересно отметить, что высокое содержание токоферола также обнаружено в почках ласки и соболя. Особый интерес вызывает установленная нами более высокая концентрация токоферола в тканях дикой норки по сравнению с клеточной. Возможно, в данном случае способ регуляции антиоксидантного потенциала обеспечивается в первую очередь с помощью эндогенных систем, где роль токоферола весьма значительна как наиболее биологически оправданного защитного механизма [Чаговец, Лахно, 1968; Закарян и др., 2002].

Существенные различия в распределении витамина Е в тканях обнаружены у представителей семейства Собачьи. Максимальная концентрация токоферола выявлена в печени волка. Интересно, что у этой же особи в почках, где обычно у собачьих наблюдается высокий уровень витамина Е [Schweigert, Thomann, 1995], его обнаружено не было, в то время как у другой особи содержание токоферола в почках превышало уровень витамина в печени. Такое перераспределение токоферола у волка связано, вероятно, с очень активным образом жизни этих животных и интенсивным расходованием энергии на добывание пищи при наличии большого защитного эффекта на уровне основных органов. У песца и лисицы наиболее высокая концентрация α-токоферола обнаружена в почках, имеющих существенное значение в регуляции обмена токоферола [Никифорова и др., 1993], причем у песца она была максимальной по сравнению с другими животными. Уровень токоферола у лисицы был ниже не только в почках, но и в сердечной и скелетной мышцах. Причины существующих тканевых различий в накоплении токоферола у разных видов могут заключаться в разном притоке липидов плазмы к тканям для удовлетворения их энергетических потребностей [Надиров, 1991]. У песцов энергетические затраты на работу почек более значительны, чем у животных бореального климата, что, очевидно, связано с особенностями функционирования этого органа у аборигенов Арктики [Наточин, 1982]. Здесь имеет место повышение у этих видов теплопродукции в скелетной мускулатуре и висцеральных органах, из которых печень и почки занимают ведущее место. При сравнении морфологического строения скелетной мускулатуры песца с другими видами обнаруживается высокая плотность митохондрий на единицу площади [Kayar et al., 1994], являющаяся, очевидно, структурной базой для осуществления химической терморегуляции в случае такой необходимости. Ранее различия между песцом и лисицей также установлены в активности антиоксидантных ферментов в органах [Илюха, 2001].

Высокая концентрация токоферола отмечена в тканях енотовидной собаки, причем содержание витамина Е у дикого представителя вида в печени, сердечной и скелетной мышцах было значительно выше, чем у разводимых в зоокультуре. Подобный факт наблюдался при сравнении дикой и клеточной норки. Вероятно, этим объясняется и близкое расположение диких представителей двух видов на дендрограмме (см. рис.). В природе енотовидная собака всеядна, питается растительной и животной пищей, к тому же является единственным представителем собачьих, для которого характерен зимний сон. Летом енотовидные собаки откармливаются, и к зиме их вес увеличивается за счет жира, запасы которого определяют выживание зимой и эффективность репродукции в весенний период. У диких животных изменение массы тела является естественной частью их циркадных ритмов, регулируемых таким фактором, как фотопериод, с этим же связаны и сезонные изменения основного обмена [Mustonen et al., 2007; Ильина и др., 2007]. Исследованная дикая енотовидная собака была добыта в конце сентября в период увеличения запасов жира, отличающегося высоким содержанием витамина Е, накопление которого в организме служит одной из существенных причин, вызывающих спячку [Слоним, 1979; Калабухов, 1985].

У другого спящего зимой хищника – медведя – наиболее высокая концентрация витамина Е обнаружена в печени и сердце. Медведи, в систематическом отношении представляющие примитивную форму среди хищников по ряду

признаков (эврифагийность, зимняя спячка) [Слоним, 1952; Новиков, 1963], по характеру двигательной активности также значительно отличаются от собачьих и куньих, которые активны в течение всего года и обладают более высокими показателями обменных процессов [Калабухов, 1985; Туманов, 2003]. У медведя во время гибернации обмен веществ снижается до 25% от базовых значений, что позволяет ему переживать от 5 до 7 месяцев не только без пищи и воды, но и без мочеиспускания и дефекации [Tøien et al., 2011]. Чем больше подвижность и выше уровень метаболизма, тем быстрее идут реакции окисления и накопления продуктов распада в функционирующих органах, которые инициируют активацию антиоксидантной системы. Этим, вероятно, обусловлено более высокое содержание α-токоферола в органах собачьих. Различия между собачьими и медвежьими по уровню витамина Е установлены и в сыворотке крови [Crissey et al., 2001].

У многих хищных млекопитающих концентрация α-токоферола в сердечной мышце превышает содержание в скелетной. Такая закономерность отражает интенсивность аэробного обмена в миокарде, где его уровень значительно выше по сравнению со скелетной мышцей. Сердце как непрерывно функционирующий орган обладает не только высоким уровнем окислительного метаболизма, но и эффективной антиоксидантной защитой [Архипенко и др., 1987], что обусловливает более высокий уровень токоферола в этом органе. Вместе с тем у медведя концентрация α-токоферола в сердце превышала его содержание не только в скелетной мышце, но и в почках, отличающихся высоким содержанием токоферола у многих видов млекопитающих. Очевидно, это связано с физиологическими особенностями функционирования миокарда у этих крупных хищников. Так, во время спячки скорость сердечных сокращений медведя падает с 55 до 9 ударов в минуту, сопровождается значительной дыхательной аритмией сердечного ритма и на выдохе пауза между сердечными сокращениями может составлять до 20 с [Tøien et al., 2011]. Состояние гипоксии для медведя в период гибернации является естественным, что обусловливает в том числе и характер распределения токоферола в организме.

Единственным исследованным видом из отряда Парнокопытные был лось – самый крупный представитель семейства Оленьи. В осенне-зимний период было исследовано 6 взрослых особей (3 самца, 3 самки) и 2 самца-сеголетка. У взрослых лосей обнаружена более высокая концентрация витамина Е в почках по сравнению с печенью, а у молодых животных содержание токоферола в печени превышало его концентрацию в других органах. Концентрация токоферола в скелетной мышце у самок и молодых самцов была практически такой же, как в сердечной, а у взрослых самцов значительно превышала этот уровень. Такой характер распределения свидетельствует об интенсивном аэробном обмене в обеих мышечных тканях у животных с высоким уровнем метаболизма, сочетающимся с надежным функционированием антиоксидантной системы, составной частью которой является токоферол.

При изучении диких млекопитающих сложно создать условия, при которых группа исследуемых животных была бы достаточно многочисленна и однородна, и в ряде случаев получена достаточно высокая вариабельность концентрации токоферола, поэтому иной раз для маленьких выборок более информативными являются минимальные и максимальные значения показателя (см. табл.). Существующие внутривидовые колебания связаны с целым рядом факторов, к которым в первую очередь можно отнести различия в уровне питания отдельных особей, обитающих в природных условиях, а также их физиологическое состояние, возраст, сезон года и ряд других показателей.

Результаты исследований показывают, что содержание витамина Е в органах и тканях млекопитающих варьирует в весьма широких пределах. В распределении α-токоферола в тканях и органах типичных сухопутных млекопитающих и амфибионтов установлены значительные различия, которые являются, очевидно, отражением экологических особенностей, связанных у полуводных с процессом пребывания и выживания животных под водой [Галанцев, 1977]. Наиболее высокая концентрация α-токоферола обнаружена в тканях хищников, у грызунов, зайцеобразных и насекомоядных она значительно ниже, что определяет близкое положение видов на дендрограмме (см. рис.). Частная гетеротрофность млекопитающих разных таксономических групп определяет у них, очевидно, различный уровень специального α-токоферолпереносящего белка, механизмы регуляции содержания которого в клетках, как предполагается, связаны с развитием окислительного стресса [Меньщикова и др., 2006]. Это подтверждается имеющимися в литературе данными, указывающими на неодинаковую активность процессов ПОЛ в органах разных видов млекопитающих, что связывают с различиями в уровне компонентов антиоксидантной защиты, в том числе витамина Е [Никифорова и др., 1993; Закарян и др., 2002; Ильина и др., 2008]. Основным фактором, определяющим потребность в токоферole, является содержание полиненасыщенных жирных кислот в тка-

нях организма, которые по своему составу существенно отличаются у разных видов животных [Калабухов, 1985; Надиров, 1991]. Потребление кислорода организмом зависит от уменьшения содержания этих кислот, так как он расходуется на образование пероксида в фосфолипидах – функционально активной структуры мембран. Токоферол, являясь составным компонентом субклеточных мембран, также расходуется в процессе окисления, причем его способность раньше других антиоксидантов расходоваться в окислительных реакциях, протекающих в липидах, определяет его высокую биологическую активность [Халмурадов и др., 1980; Надиров, 1991; Меньщикова и др., 2006]. Существует положительная корреляция между продолжительностью жизни животных и концентрацией в тканях антиоксидантов, в том числе α-токоферола [Cutler, 1991].

Таким образом, установленный в тканях и органах исследованных млекопитающих уровень витамина Е следует, вероятно, рассматривать как отражение эволюционно сложившейся потребности организма, при котором обеспечивается высокая эффективность функционирования метаболических систем, направленная на поддержание оптимального энергетического баланса в условиях среды обитания, характерной для данного вида. Концентрация витамина Е в тканях млекопитающих в значительной степени зависит от экологической специализации и эволюционной организации вида, являясь одним из биохимических показателей адаптации животных к окружающей среде.

Работа поддержана грантами: РФФИ № 10-04-000913, Президиума РАН «Биологическое разнообразие» № г.р. 01200955235, 01200955236, ОБН РАН № г.р. 01200955939, ФЦП ГК № 02.740.11.0700.

Литература

Ануфриев А. И. Механизмы зимней спячки мелких млекопитающих Якутии / Ред. Н. Г. Соломонов. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2008. 158 с.

Архипенко Ю. В., Джапаридзе Л. М., Гуткин Д. В. и др. Сравнительная оценка влияния недостаточности витамина Е на перекисное окисление липидов и транспорт Ca^{2+} в сердечной и скелетной мышцах // Вопр. мед. хим. 1987. № 1. С. 122–126.

Галанцев В. П. Эволюция адаптаций ныряющих животных. Эколого- и морфофизиологические аспекты. Л., 1977. С. 1–191.

Гуреев А.А. Отряд Insectivora – Насекомоядные // Млекопитающие фауны СССР / Ред. Е. Н. Павловский. М.; Л., 1963. С. 54–122.

Закарян Н. Е., Айвазян Н. М., Карагезян К. Г. Сравнительный анализ активности супероксидисмутазы в тканях высших позвоночных // Докл. Академии наук. 2002. Т. 382, № 2. С. 264–266.

Ивантер Э. В., Ивантер Т. В., Туманов И. Л. Адаптивные особенности мелких млекопитающих. Эколого-морфологические и физиологические аспекты. Л., 1985. 318 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 303 с.

Илюха В. А. Супероксидисмутаза и каталаза в органах млекопитающих различного экогенеза // Журн. эвол. биохимии и физиологии. 2001. Т. 37, № 3. С. 183–186.

Илюха В. А., Калинина С. Н., Ильина Т. Н. и др. Участие антиоксидантной системы в адаптациях млекопитающих к различному уровню кислорода: ныряние, спячка и высокогорное происхождение // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: мат-лы III Междунар. конф. (Петрозаводск, 22–26 июня 2010 г.) Петрозаводск, 2010. С. 65–66.

Ильина Т. Н., Илюха В. А., Калинина С. Н. и др. Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1977) // Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11, № 1. С. 145–154.

Ильина Т. Н., Руоколайнен Т. Р., Белкин В. В. Содержание токоферола в тканях млекопитающих различного экогенеза // Журн. эвол. биохимии и физиологии. 2008. Т. 44, № 6. С. 577–581.

Калабухов Н. И. Спячка млекопитающих. М., 1985. С. 194–225.

Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Зенков Н. К. и др. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. М.: Слово, 2006. 556 с.

Надиров Н. К.. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве. М., 1991. 336 с.

Наточин Ю. В. Водно-солевой гомеостаз: эволюция и экология: Препринт науч. доклада на VI Всесоюз. конф. по экол. физиологии. Сыктывкар, 1982. С. 1–48.

Никифорова Н. В., Кирпатовский В. И., Севрюков Е. А. Содержание витамина Е в корковом и мозговом слоях почек млекопитающих // Бюл. экспер. биол. и медицины. 1993. № 3. С. 245–246.

Новиков Г.А. Отряд Carnivora – Хищные // Млекопитающие фауны СССР / Ред. Е.Н. Павловский. М.; Л., 1963. С. 740–895.

Скурихин В. Н., Двинская Л. М. Определение α-токоферола и ретинола в плазме крови сельскохозяйственных животных методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии // С.-х. биология. 1989. № 4. С. 127–129.

Слоним А. Д. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих. М.; Л., 1952. 327 с.

Слоним А. Д. Факторы, вызывающие спячку, засыпание и пробуждение // Экологическая физиология животных. Л.: Наука, 1979. Ч. I. С. 183–187.

Теплый Д. Л. Влияние витамина Е на проницаемость гемато-энцефалического барьера // Физиол. журнал СССР. 1979. Т. 65, № 10. С. 1506–1512.

Туманов И. Л. Биологические особенности хищных млекопитающих России. СПб: Наука, 2003. 448 с.

Халмурадов А. Г., Тоцкий В. Н., Чаговец Р. В. Транспорт жирорастворимых витаминов. Киев, 1980. 216 с.

Хочачка П., Сомеро Д. Стратегия биохимической адаптации. М., 1977. 398 с.

Чаговец Р. В., Лахно Е. В. Происхождение экзогенности витаминов и ее биологическое значение // Вопр. питания. 1968. № 1. С. 3–9.

Шилов И. А. Физиологическая экология животных. М.: Высшая школа,1985. 328 с.

Crissey S., Ange K., Slifka K. et al. Serum concentrations of vitamin D metabolites, vitamins A and E, and carotenoids in six canid and four ursid species at four zoos // Comp. Biochem. Physiol. & Mol. Integr. Physiol. 2001. Vol. 128, N 1. P. 155–165.

Cutler R. G. Antioxidant and aging // Am. J. Clin. Nutr. 1991. 53. P. 373–379.

Ikeda M., Nakabayashi K., Shinkai M. et al. Supplemention of antioxidant prevents oxidative stress during a deep saturation dive // Tohoku J. Exp. Med. 2004. 203. P. 353–357.

Kayar S. R., Hoppeler H., Jones J.H. et al. Capillary blood transit time in muscles in relation to body size and aerobic capacity // J. Exp. Biol. 1994. Vol. 194, N 1. P. 69–81.

Mustonen A.-M., Kakela R., Kakela A. et al. Lipid Metabolism in the Adipose Tissues of a Carnivore, the Raccoon Dog, During Prolonged Fasting // Exp. Biol. Med. 2007. Vol. 232. P. 58–69.

Schweigert F. J., Thomann E.. Organ distribution of vitamins A and E in carnivores. // Scientifur. 1995. Vol. 19, N 4. P. 309.

Tøien Ø., Blake J., Edgar D. M. et al. Hibernation in Black Bears: Independence of Metabolic Suppression from Body Temperature // Science. 2011. Vol. 331, N 6019. P. 906–909.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ильина Татьяна Николаевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilyina@bio.krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Руоколайнен Татьяна Рудольфовна
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: truok@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Белкин Владимир Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ffyodor@krc.karelia.ru
тел. (8142) 573140

Баишникова Ирина Валерьевна
ведущий биолог
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
тел. (8142) 573107

Ilyina, Tatiana
Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilyina@bio.krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Ruokolaynen, Tatiana
Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: truok@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Belkin, Vladimir
Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ffyodor@krc.karelia.ru
tel. (8142) 573140

Baishnikova, Irina
Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel. (8142) 573107

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 57–61.

УДК 581.11:633.16:546.48

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

Н. М. Казнина, А. Ф. Титов, Г. Ф. Лайдинен, Ю. В. Батова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В лабораторных условиях изучали влияние ионов кадмия на некоторые показатели водного обмена растений ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) с. Зазерский 85. Опыты показали, что 4-суточная экспозиция на питательном растворе с добавлением металла (100 мкМ) вызывает у растений торможение роста корня, уменьшение числа и размеров устьиц в листьях, частичное закрытие устьичной щели и снижение устьичной проводимости. Указанные изменения приводили к замедлению транспирации растений, хотя нарушений в оводненности тканей органов при этом не происходило. Последнее, очевидно, связано прежде всего с уменьшением скорости транспирации, а также, возможно, с преимущественно симпластическим транспортом воды в клетках, характерным для растений этого вида.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare* L., кадмий, водный обмен, оводненность тканей, устьичный аппарат, интенсивность транспирации.

N. M. Kaznina, A. F. Titov, G. F. Laidinen, J. V. Batova. EFFECT OF CADMIUM ON WATER RELATIONS IN BARLEY PLANTS

The effect of cadmium on some parameters of water relations in barley plants (*Hordeum vulgare* L.) was studied under laboratory conditions. The experiments showed that four-day exposure on nutritious solution containing the metal (100 μM) inhibited root growth, caused a reduction in the number and size of stomata, partial closing of the stomatal aperture and decrease in stomatal conductance. These changes inhibited transpiration although there was no significant change in the water content in tissues. The latter fact is obviously connected first of all with reduction in the rate of transpiration, and probably also with the mainly symplastic water transport in cells, characteristic of this species.

Key words: *Hordeum vulgare* L., cadmium, water relations, water content in tissues, stomatal apparatus, transpiration.

Введение

Водный обмен – одна из наиболее важных составляющих жизнедеятельности растений. Поддержание в клетках и тканях определенного уровня водного баланса является обязательным условием не только нормального роста и развития растений, но и их устойчивости к факторам внешней среды. Тем не менее почти любые изменения в окружающей среде тем или иным образом отражаются на водном обмене растений [Кудоярова и др., 2001]. Например, действие высоких температур [Rodrigez, Davies, 1982; Кудоярова и др., 2007], почвенной засухи [Шматько и др., 1989], засоления [Sohan et al., 1999; Ахиярова и др., 2006] и закисления почв [Barceló, Poschenrieder, 1990] приводит к значительным его нарушениям. Известно также и о негативном влиянии на водообмен тяжелых металлов [Kastori et al., 1992; Vassilev et al., 1998; Perfus-Barbeoch et al., 2002], хотя экс-

периментальных данных по этому вопросу сравнительно немного.

Кадмий является одним из наиболее токсичных тяжелых металлов для всех живых организмов [Prasad, 1995]. Его высокие концентрации в почве вызывают у растений нарушение многих физиологических процессов, прежде всего таких как рост [Серегин, Иванов, 2001; Титов и др., 2002] и фотосинтез [Sheoran et al., 1990; Siedleska, Krupa, 1996; Караваев и др., 2001]. Гораздо меньше изучено действие кадмия на водный обмен растений, хотя предполагают, что нарушение водного баланса под влиянием этого металла – одна из главных причин его сильной фитотоксичности [Vassilev et al., 1998].

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явилось изучение влияния кадмия на некоторые показатели водного обмена растений ячменя.

Материалы и методы

Исследовались проростки ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) с. Зазерский 85. С этой целью семена проращивали в сосудах с песком при температуре воздуха 20–22°С, освещенности 10 клк, фотопериоде 14 ч. На 3-и сут после посева при появлении шильца 1-го листа проростки переносили в сосуды объемом 2 л на половинный питательный раствор Кнопа (контроль). В опытном варианте к питательному раствору добавляли 100 мкМ кадмия в форме сульфата.

После 4-суточной экспозиции на растворе с металлом у контрольных и опытных растений измеряли длину главного корня и высоту побега, определяли подземную и надземную биомассу. Влияние кадмия на водный режим оценивали по изменению (по отношению к контролю) оводненности тканей органов, интенсивности транспирации, устьичной проводимости, а также по состоянию устьичного аппарата. Оводненность тканей рассчитывали по общепринятой формуле. Интенсивность транспирации и устьичную проводимость измеряли с помощью установки для исследования CO_2-газообмена и водяных паров НСМ-1000 (Walz, Германия). Подсчет числа устьиц на нижнем эпидермисе листа, измерение размеров замыкающих клеток и устьичной щели осуществляли методом отпечатков с использованием светового микроскопа Микмед 2 (ЛОМО, Россия) и окуляр-микрометра [Жолкевич, Пильщикова, 1989].

Повторность в пределах одного варианта опыта составляла 10 растений, опыт повторяли трижды. В таблицах представлены средние значения по трем независимым опытам и их стандартные ошибки. Достоверность различий оценивали с помощью критерия Стьюдента при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что кадмий в концентрации 100 мкМ тормозит рост как подземных, так и надземных органов растений ячменя. Так, через 4 сут экспозиции на растворе с металлом отмечено заметное отставание опытных растений по сравнению с контрольными по таким показателям, как длина главного корня и высота побега, а также их биомасса, однако оводненность тканей при этом практически не изменялась (табл. 1). Очевидно, поддержание высокого уровня оводненности клеток можно в данном случае объяснить тем, что у ячменя, в отличие от большинства других видов сосудистых растений, основную роль в транспорте воды к сосудам ксилемы играет симпластический путь, позволяющий в неблагоприятных условиях среды более эффективно (по сравнению с апопластическим) осуществлять контроль за поступлением воды в клетки, усиливая водопоглотительную способность корней [Steudle, Jeschke, 1983; Физиология растений, 2005; Веселов и др., 2007]. Некоторые авторы указывают также на усиление притока воды в клетки за счет увеличения размеров подземных органов и/или уменьшения транспирации листьев [Barceló, Poschenrieder, 1990]. Поскольку в наших экспериментах рост корня при наличии кадмия в питательном растворе тормозился (на 20 % по сравнению с контролем), сохранение оводненности тканей у опытных растений на уровне контроля, очевидно, связано с заметным снижением (на 24 %) интенсивности транспирации (табл. 2).

Нами также обнаружено, что под действием кадмия у растений ячменя на нижнем эпидермисе листа, сформированного за время экспозиции на растворе с металлом, оказалось меньше (на 21 % по сравнению с контролем) устьиц и уменьшалась длина замыкающих клеток устьиц (на 17 %). Аналогичный эффект выявлен также у *Brassica juncea* L. Czern, выращенных на субстрате с добавлением кадмия в концентрации 20 мкМ [Zhu et al., 2005], у сахарной свеклы при действии металла в концентрации 10 мкМ [Greger, Johansson, 2006] и у *Urtica pilulifera* L. при применении кадмия в концентрации 100 и 200 мкМ [Özyigit, Akinci, 2009]. Однако следует подчеркнуть, что конкретный механизм влияния кадмия на формирование устьичного аппарата к настоящему времени практически не изучен. Высказано лишь предположение о его воздействии на деление протодермальных клеток-предшественниц на две замыкающие клетки [Bergmann, 2004].

Таблица 1. Влияние кадмия (100 мкМ) на линейные размеры, биомассу и оводненность тканей корня и побега у растений ячменя

Варианты опыта	Корень		Побег		Оводненность тканей, %	
	длина, см	сырая биомасса, мг	высота, см	сырая биомасса, мг	корень	побег
Контроль	8,3 ± 0,6	81,6 ± 3,3	12,1 ± 0,2	122,0 ± 4,2	91,2 ± 0,1	92,7 ± 0,2
Cd	6,6 ± 0,3*	73,7 ± 3,9*	10,5 ± 0,3*	103,5 ± 1,1*	90,9 ± 0,2	90,7 ± 0,1

* Здесь и в табл. 2 различия по отношению к контролю достоверны при $P < 0,05$.

Таблица 2. Влияние кадмия (100 мкМ) на показатели водного обмена растений ячменя

Показатели	Контроль	Cd	% от контроля
Интенсивность транспирации (мМ/м^2·с)	1,44 ± 0,10	1,07 ± 0,07	76*
Количество устьиц (шт./мм^2)	278,0 ± 4,6	219,6 ± 4,9	79*
Длина замыкающих клеток устьиц (мкм)	50,38 ± 0,79	41,88 ± 0,79	83*
Длина устьичной щели (мкм)	25,20 ± 0,28	20,83 ± 0,32	83*
Ширина устьичной щели (мкм)	11,31 ± 0,17	7,03 ± 0,18	62*
Устьичная проводимость (мМ/м^2·с)	98,30 ± 7,61	72,02 ± 1,63	61*

Помимо уменьшения числа и размеров устьиц, у опытных растений обнаружено также и уменьшение длины (на 17% по сравнению с контролем) и ширины (на 38%) устьичной щели, что в итоге приводило к значительному снижению (на 39%) устьичной проводимости. Ранее полное или частичное закрытие устьиц под влиянием кадмия наблюдали у растений кукурузы и подсолнечника [Bazzaz et al., 1974], бобов [Barceló et al., 1988], рапса [Baryla et al., 2001] и гороха [Sandalio et al., 2001]. Предположительно, оно может быть связано с утечкой ионов калия из замыкающих клеток вследствие увеличения проницаемости мембран [Poschenrieder et al., 1989; Neill et al., 2008].

Выводы

Таким образом, выявленные нами изменения в устьичном аппарате растений ячменя при действии кадмия, а также уменьшение устьичной проводимости явились, очевидно, основными причинами замедления скорости транспирации. Однако нельзя исключить, что снижение скорости этого процесса может быть также связано и с уменьшением под влиянием металла размеров корневой системы [Hardiman, Jacoby, 1984; Prasad, 1995] и/или снижением количества и диаметра сосудов ксилемы [Barceló, Poschenrieder, 1990; Kahle, 1993].

В целом наши исследования показали, что кадмий в концентрации 100 мкМ оказывает отрицательное влияние на водный обмен растений ячменя. Уменьшение размеров корня при воздействии металла, снижение числа и размеров устьиц, частичное закрытие устьичной щели и, как следствие, существенное уменьшение устьичной проводимости приводили к замедлению транспирации растений. Вместе с тем снижение скорости этого процесса, а также преимущественно симпластический транспорт воды в клетках, характерный для ячменя, очевидно, позволяют растениям этого вида сохранять высокий уровень оводненности тканей корня и побега в присутствии кадмия, что необходимо для поддержания их жизнедеятельности в этих условиях.

Литература

Ахиярова Г. Р., Фрике В., Веселов Д. С. и др. Накопление и распределение АБК в тканях листа и устьичная проводимость при водном стрессе, индуцированном засолением // Цитология. 2006. Т. 48, № 1. С. 918–923.

Веселов Д. С., Шарипова Г. В., Кудоярова Г. Р. Сравнительное изучение реакции растений ячменя (*Hordeum vulgare*) и пшеницы (*Triticum durum*) на кратковременное и длительное действие натрий-хлоридного засоления // Агрохимия. 2007. № 7. С. 41–48.

Жолкевич В. Н., Пильщикова Н. В. Методы изучения транспирации и состояния устьиц // Водный обмен растений / В. Н. Жолкевич, Н. А. Гусев, А. В. Капля и др. М.: Наука, 1989. С. 152–167.

Караваев В. А., Баулин А. М., Гордиенко Т. В. и др. Изменение фотосинтетического аппарата листьев бобов в зависимости от содержания тяжелых металлов в среде выращивания // Физиология растений. 2001. Т. 48, № 1. С. 47–54.

Кудоярова Г. Р., Дедов А. В., Фархутдинов Р. Г., Веселова С. В. Передача сигналов и быстрая стрессовая реакция растений // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. Биология. 2001. С. 85–87.

Кудоярова Г. Р., Веселов Д. С., Фаизов Р. Г. и др. Реакция устьиц на изменение температуры и влажности воздуха у растений разных сортов пшеницы, районированных в контрастных климатических условиях // Физиология растений. 2007. Т. 54, № 1. С. 54–58.

Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. 2001. Т. 48, № 4. С. 606–630.

Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Казнина Н. М. Влияние высоких концентраций кадмия на рост и разви-

тие ячменя и овса на ранних этапах онтогенеза // Агрохимия. 2002. № 9. С. 61–65.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.

Физиология растений: уч. для студ. вузов / Ред. И. П. Ермаков. М.: изд. центр Академия, 2005. 640 с.

Шматько И. Г., Григорюк И. А., Шведова О. Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. Киев: Наукова думка, 1985. 221 с.

Barceló J., Vázquez M. D., Poshenrieder C. Cadmium-induced structural and ultrastructural changes in the vascular system of bush bean stem // Bot. Acta. 1988. Vol. 101. P. 254–261.

Barceló J., Poshenrieder C. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review // J. Plant Nutr. 1990. Vol. 13. P. 1–37.

Baryla A., Carrier P., Coulomb C., Havaux M. Leaf chlorosis in oilseed rape plants (*Brassica napus)* grown on cadmium-polluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth // Planta. 2001. Vol. 212. P. 296–709.

Bazzaz F. A., Rolfe G. L., Carlson R. W. Effect of Cd^{+2} on photosynthesis and transpiration of excised leaves of corn and sunflower // Physiol. Plant. 1974. Vol. 32. P. 373–377.

Bergmann D. C. Integrating signals in stomatal development // Plant Biol. 2004. Vol. 6. P. 26–32.

Greger M., Johansson M. Cadmium effects on leaf transpiration of sugar beet (*Beta vulgaris*) // Physiol. Plant. 2006. Vol. 86. P. 465–473.

Hardiman R., Jacoby B. Absorption and translocation of cadmium in bush bean *Phaseolus vulgaris* // Physiol. Plant. 1984. Vol. 61. P. 670–674.

Kahle H. Response of roots of trees to heavy metals // Env. Exp. Bot. 1993. Vol. 33. P. 99–119.

Kastori R., Petrovi M., Petrovi N. Effect of excess lead, cadmium, copper and zinc on water relations in sunflower // J. Plant Nutr. 1992. Vol. 15. P. 2427–2439.

Neill S., Barros R., Bright J., Desikan R. Nitric oxide, stomatal closure, and abiotic stress // J. Exp. Bot. 2008. Vol. 59. P. 165–176.

Özyiğit I. I., Akinci Ş. Effects of some stress factor (aluminium, cadmium and drought) on stomata of roman nettle (*Urtica pilulifera* L.) // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cl. 2009. Vol. 37. P. 108–115.

Perfus-Barbeoch L., Leonhardt N., Vavasseur A., Forestier C. Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturbs the plant water status // Plant J. 2002. Vol. 32. P. 539–548.

Poshenrieder C., Gunse B., Barceló J. Influence of cadmium on water relations, stomatal resistance and abscisic content in expanding bean leaves // Plant Physiol. 1989. Vol. 90. P. 1365–1371.

Prasad M. N. V. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants // Env. Exp. Bot. 1995. Vol. 35. P. 525–545.

Rodrigez J. L., Davies W. J. The effects of temperature and ABA on stomata of *Zea mays* L. // J. Exp. Bot. 1982. Vol. 33. P. 977–987.

Sandalio L. M., Dalurzo H. C., Gomes M. Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants // J. Exp. Bot . 2001. Vol. 364. P. 2115–2126.

Sheoran I. S., Singal H. R., Singh R. Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and enzymes of photosynthetic carbon reduction cycle in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) // Photosynth. Res. 1990. Vol. 23. P. 345–351.

Siedlecka A., Krupa Z. Interaction between cadmium and iron and effects on photosynthetic capacity of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* // Plant Physiol. Biochem. 1996. Vol. 35. P. 951–957.

Sohan D., Jasoni R., Zajicek J. Plant-water relations of Na-Cl and calcium-treated sunflower plants // J. Exp. Bot. 1999. Vol. 42. P. 105–111.

Steudle E., Jeschke W. D. Water transport in barley roots // Planta. 1983. Vol. 158. P. 237–248.

Vassilev A., Berova M., Zlatev Z. Influence of Cd^{2+} on growth, chlorophyll content, and water relations in young barley plants // Biol. Plant. 1998. Vol. 41. P. 601–606.

Zhu R., Macfie S. M., Ding Z. Cadmium-induced plant stress investigated by scanning electrochemical microscopy // J. Exp. Bot. 2005. Vol. 56. P. 2831–2838.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Казнина Наталья Мстиславовна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kaznina@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Титов Александр Федорович
Председатель КарНЦ РАН, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН,
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: titov@krc.karelia.ru

Kaznina, Natalia
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kaznina@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Titov, Aleksandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: titov@krc.karelia.ru

Лайдинен Галина Федоровна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: laidinen@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Батова Юлия Валерьевна
младший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: batova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Laidinen, Galina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: laidinen@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Batova, Julia
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: batova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 62–68.

УДК 576.385: 591.111.1: 636.934

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕФЕКТА ЛЕЙКОЦИТОВ В ДОМЕСТИЦИРУЕМЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

А. Г. Кижина[1], Л. Б. Узенбаева[1], В. А. Илюха[1], Н. Н. Тютюнник[1], О. В. Трапезов[2], Н. Н. Шумилина[3], Е. Е. Ларина[3]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН
[2] Институт цитологии и генетики СО РАН
[3] Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина

Исследованы морфоцитохимические особенности лейкоцитов у норок и лисиц различных генотипов из доместицируемых популяций. У норок с геном алеутского окраса (*a/a*) и сапфировых лисиц (*b/b p/p s/s*) обнаружен дефект гранул лейкоцитов. Показано, что норки и лисицы, а также норки различных генотипов имеют неодинаковую степень дефекта лейкоцитов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : лейкоциты, пушные звери, норка, лисица, генотип.

A. G. Kizhina, L. B. Uzenbaeva, V. A. Ilyukha, N. N. Tyutyunnik, O. V. Trapezov, N. N. Shumilina, E. E. Larina. MORPHOLOGICAL AND CYTOCHEMICAL ASPECTS OF LEUKOCYTE DEFECT IN DOMESTICATED POPULATIONS OF FUR ANIMALS

The morpho-cytochemical features of leukocytes were investigated in domesticated minks and silver foxes of different genotypes. A defect of leukocyte granules was found in minks with the Aleutian gene (*a/a*) and in sapphire foxes (*b/b p/p s/s*). The degree of the defect differs between minks and foxes, as well as between minks of different genotypes.

K e y w o r d s : leucocytes, fur animals, mink, silver fox, genotype.

Введение

В настоящее время, несмотря на значительные успехи, роль лейкоцитов как фактора устойчивости организма у различных видов животных остается недостаточно изученной. Мутации, возникшие у некоторых видов хищных пушных зверей и растительноядных животных в результате доместикационных преобразований в ходе промышленного разведения, привели к созданию множества форм, отличающихся от исходного типа по окрасу и ряду морфофизиологических признаков – размерам, метаболизму, гормональному статусу, репродуктивной функции и устойчивости к заболеваниям.

Среди мутантных и созданных на их основе комбинативных окрасочных форм норок, лисиц и песцов обнаружены животные с дефектом гранул лейкоцитов, сходным с синдромом Чедиак-Хигаши (СЧХ) человека [Chediak, 1952; Higashi, 1954]. Аналогичное нарушение выявлено у бежевых мышей и крыс, герефордской и

черной японской пород крупного рогатого скота, лисиц жемчужная Мансфилда и сапфировая, песцов арктик блу, персидских кошек и дельфинов-косаток [Beautiful Fur Animals.., 1988; Introne et al., 1999; Huizing et al., 2008; Голубева и др., 2010; Узенбаева и др., 2011].

При этой наследственной патологии наблюдается повышение чувствительности к бактериальным и вирусным инфекциям, ослабление пигментации, склонность к лимфоидной пролиферации, кровоизлияниям в слизистые оболочки, а также анемия и высокая смертность в раннем возрасте. В качестве моделей животных для изучения этого редкого заболевания были предложены бежевые мыши и разводимые на фермах алеутские норки, являющиеся одной из мутаций дикой американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) [McVey Ward et al., 2000].

В настоящей работе представлены сравнительные данные по морфологии, цитохимии и составу лейкоцитов крови и костного мозга у норок и лисиц различных окрасов, отличающихся от исходного типа характером пигментации волосяного покрова, жизнеспособностью и репродуктивными качествами.

Материалы и методы

Работа выполнена на норках, разводимых на экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН (14 генотипов) и в звероводческих хозяйствах Республики Карелия (3 генотипа), а также на лисицах из племзаводов «Пушкинский» и «Салтыковский» (4 генотипа) и из звероводческих хозяйств «Вятка» (2 генотипа) и «Пряжинское» (1 генотип). В исследовании использовано по 10 стандартных темно-коричневых (+/+), серебристо-голубых (*p/p*), сапфировых (*a/a p/p*) норок и серебристо-черных лисиц (*b/b*) и по 1–5 особей норок и лисиц редких генотипов.

На окрашенных по Паппенгейму мазках периферической крови и костного мозга из эпифизов трубчатых костей на светомикроскопическом уровне определяли состав лейкоцитарной формулы и относительное количество лейкоцитов с аномальными гранулами. Цитохимическими методами в лейкоцитах крови выявляли активность щелочной фосфатазы, пероксидазы, альфа-нафтилацетат эстеразы, нафтол-AS-D-хлорацетат эстеразы, а также содержание катионных белков и гликогена с помощью PAS-реакции (periodic acid-shiff reaction). В исследованиях использовали рекомендации, представленные в монографиях и руководствах по цитохимии [Берстон; 1965; Буйкис, Руденс, 1972; Кисляк, Ленская, 1978; Шубич, Нагоев, 1980; Хейхоу, Кваглино, 1983; Обозная, Панков, 1989]. Микрофотографии лейкоцитов крови сапфировых норок получали в световом микроскопе Axioscop 40 (Carl Zeiss) с цветной цифровой видеокамерой (Pixera 150ES) и программным обеспечением «Видеотест» для анализа изображений. Цифровой материал обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики.

Работа выполнена с соблюдением международных принципов Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным.

Результаты и обсуждение

На первом этапе сравнивали морфологию лейкоцитов у темно-коричневых (+/+), моноре-цессивных серебристо-голубых (*p/p*) и дире-цессивных сапфировых (*a/a p/p*) норок (рис. 1). У сапфировых норок наблюдался дефект, заключающийся в образовании в лейкоцитах аномально больших гранул. На процесс формирования видоизмененных цитоплазматических структур влияет мутация в локусе (*a/a*), поскольку ни у темно-коричневых, близких к исходному дикому типу, ни у мутантных серебристо-голубых норок нарушений не выявлено. Наши результаты и данные литературы свидетельствуют о том, что нарушение внутриклеточной структуры лейкоцитов у норок имеет сходство с СЧХ человека и аналогичным заболеванием, обнаруженным у ряда животных [Chediak, 1952; Higashi, 1954; Introne et al., 1999; Huizing et al., 2008].

Лейкоциты с «гигантскими» гранулами постоянно наблюдаются в крови сапфировых норок разного возраста, однако в раннем постнатальном онтогенезе в эозинофилах крови выявлены некоторые отличия в степени выраженности дефекта по сравнению с животными старшего возраста. На микрофотографиях (см. рис. 1) видно, что разные типы гранулоцитов крови сапфировых норок – нейтрофилы, эозинофилы и базофилы – имеют нарушение субклеточной организации. В частности, примерно 20 % нейтрофилов содержат аномальные гранулы, величина, а иногда форма и внутренняя структура которых широко варьируют (рис. 2). Особенно наглядны и демонстративны изменения в эозинофилах, в них количество гранул уменьшается от многочисленных, характерных для нормальной клетки, до 1–2 при патологии.

Наличие дефекта в лейкоцитах у норок сапфирового окраса подтверждается цитохимическими исследованиями. Между сапфировыми и исходным типом – темно-коричневыми и мутантными серебристо-голубыми норками выявлены существенные различия во внутриклеточном распределении цитохимических

компонентов. В лейкоцитах сапфировых норок активность пероксидазы, неспецифических эстераз и катионный протеин обнаружены в дефектных гранулах. Щелочная фосфатаза и PAS-положительный материал сосредоточены вне этих гранул. По цитохимическим признакам, в частности присутствию лизосомальных ферментов и пероксидазы, аномальные структуры, наблюдаемые у сапфировых норок, соответствуют азурофильным или так называемым первичным гранулам, формирующимся в нейтрофилах на более ранних стадиях клеточного созревания, чем вторичные. Темно-коричневые и серебристо-голубые норки имеют нормальную локализацию исследуемых соединений.

Влияние генов, контролирующих окраску меха у норок, в некоторых случаях проявляется и в изменении лейкоцитарной формулы (табл. 1). У норок большинства исследованных генотипов относительное содержание лимфоцитов колеблется в пределах от 28,0 до 54,7 %. Исключение составляют норки белая-хедлунд (*h/h)* и Ше́доу-сапфир (S^H/+ *a/a p/p*). У них уровень лимфоцитов выше, чем у остальных генотипов, и достигает 58 и 61% и, наоборот, снижено количество нейтрофилов до 35 и 25 % соответственно. Кроме того, у доминантно-рецессивной формы Ше́доу-сапфир (S^H/+ *a/a p/p*) по сравнению с другими окрасами наблюдается увеличение доли лимфоцитов с «гигантскими» гранулами. Более высокое содержание эозинофилов установлено у дирецессивных норок: жемчужной (*k/k p/p*), финский топаз (t^S/t^S *b/b*) и у полудоминантных – Черный хрусталь (C_R /+). Возможно, что распределение отдельных типов лейкоцитов, в частности соотношение нейтрофилов и лимфоцитов, в определенной степени зависит от генетических особенностей функционирования гипофизарно-адреналовой и стресс-лимитирующих систем.

Данные, полученные на норках различных генотипов, свидетельствуют о том, что системное поражение клеточных органелл возникает именно из-за аллеля *a/a.* Дефект лейкоцитов обнаружен у монорецессивных алеутских (*a/a*) норок, дирецессивных сапфировых (*a/a p/p)* и лавандо-

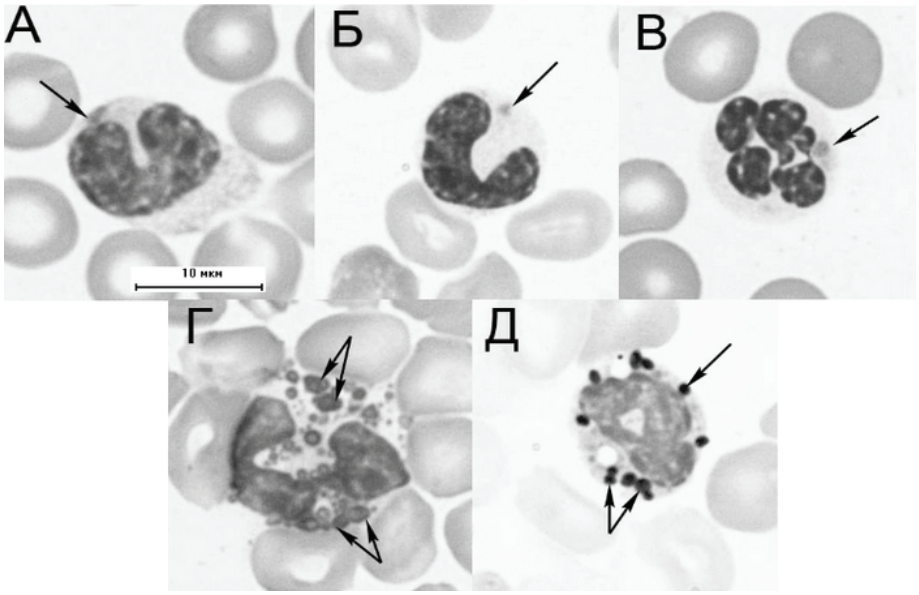


Рис. 1. Аномальные гранулы в лейкоцитах крови 10-дневной сапфировой норки (отмечены стрелками)

А – юный, Б – палочкоядерный, В – сегментоядерный нейтрофилы, Г – эозинофил, Д – базофил. Здесь и на рис. 3 окраска по Паппенгейму, масляная иммерсия, масштаб 10 мкм

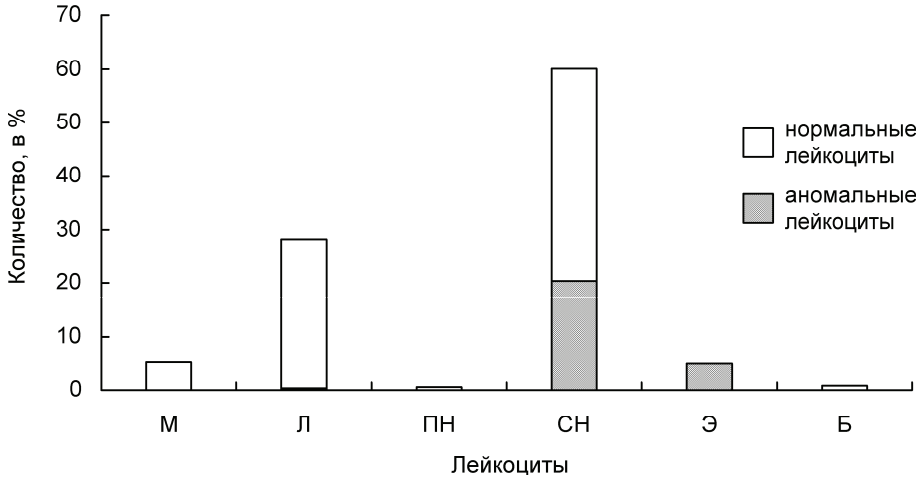


Рис. 2. Лейкоцитарная формула крови норок сапфирового окраса

Л – лимфоциты, М – моноциты, П – палочкоядерные и СН – сегментоядерные нейтрофилы, Э – эозинофилы, Б – базофилы

Таблица 1. Состав лейкоцитарной формулы и относительное содержание аномальных лейкоцитов у норок различных генотипов

Фенотип	Генотип	Л	М	Нейтрофилы			Б	Э	Комментарии
				Ю	П	С			
Алеутская	*a/a*	35/3	2	0	0	58/12	0	5/5	Аномальные гранулы в Э, отдельных С и Л
Сапфировая	*a/a p/p*	28/0,3	5,1	0	0,5	60/22,9	0,8/0,8.8	5,5/5,5	Аномальные гранулы в Э и Б, отдельных С и Л
Лавандовая	*m/m a/a*	36	2	0	2/2	54/4	0	6/6	Аномальные гранулы в Э, отдельных С и П
Виолет	*m/m a/a p/p*	33/3	3	0	0	62/30	0	2/2	Аномальные гранулы в Э, примерно в половине С и отдельных Л
Крестовка сапфир	*S/+ a/a p/p*	37	4	0	0	58/3	0	1/1	Аномальные гранулы в Э, единичных С
Сапфировый леопард	S^K/+ *a/a p/p*	49/4	11	0	0	33/9	1/1	6/6	Аномальные гранулы в Э и Б, единичных С и Л
Ше́доу-сапфир	S^H/+ *a/a p/p*	61/16	7/1	0	1	25/4	1/1	5/5	Аномальные гранулы в Э и Б, единичных С и примерно в четвертой части Л
Стандартная темно-коричневая	+/+	54,7	6,5	0	0,6	36,8	1,3	0	Дефект не обнаружен
Серебристо-голубая	*p/p*	42,4	6,1	0	0,8	44,5	0,1	6,1	»
Белая-хедлунд	*h/h*	58	5	0	0	35	0	2	»
Жемчужная	*k/k p/p*	41	4	0	0	44	1	10	»
Финский топаз	t^S/t^S *b/b*	41	3	0	0	46	1	9	»
Стандартный леопард	S^K/+	50	5	0	0	38	1	6	»
Куйтежская пестрая	S^K/+ *b/b*	36	6	0	2	55	0	1	»
Королевская серебристая	S^R/+	46	6	0	6	40	0	2	»
Черный хрусталь	C_R/+	33	2	0	0	54	0	11	»
Снежный топаз	C_R/+ t^S/t^S *b/b*	42	1	0	0	56	0	1	»

Примечания. В числителе относительное содержание нормальных, в знаменателе – аномальных лейкоцитов. Здесь и в табл. 2: Л – лимфоциты, М – моноциты, Ю – юные нейтрофилы (метамиелоциты), П – палочкоядерные и С – сегментоядерные нейтрофилы, Э – эозинофилы, Б – базофилы.

вых (*m/m a/a*), трирецессивных виолет (*m/m a/a p/p*), доминантно-рецессивных Крестовка сапфир (*S/+ a/a p/p*), Сапфировый леопард (S^K/+ *a/a p/p*) и Ше́доу-сапфир (S^H/+ *a/a p/p*). Нарушений в структуре лейкоцитов не имеют норки остальных исследованных окрасов, у которых в генотипе отсутствует аллель *a/a* – стандартные (+/+), монорецессивные – серебристо-голубые (*p/p*), белые-хедлунд (*h/h*), дирецессивные – жемчужные (*k/k p/p*), финский топаз (t^S/t^S *b/b*), полудоминантные – королевские серебристые (S^R/+), Стандартный леопард (S^K/+), Черный хрусталь (C_R/+), доминантно-рецессивные – Снежный топаз (C_R/+ t^S/t^S *b/b*) и Куйтежская пестрая (S^K/+ *b/b*).

Сложный характер межгенных взаимодействий затрудняет анализ влияния генов окраски на морфофункциональные особенности лейкоцитов у мутантных форм норок. Вместе с тем можно отметить, что хотя деструктивный эффект аллеля *a/a* и модифицируется генетическим окружением, затрагивающим пигментацию, – генами мойл (*m/m)*, серебристо-голубой окраски (*p/p*) и из серии Black cross (*S/+, S^H/+, S^K/+*), все же девиации субклеточной структуры лейкоцитов в той или иной форме аномально крупных гранул имеют место. Высокая степень нарушения в эозинофилах наблюдается у норки Сапфировый леопард (S^K/+ *a/a p/p*), в нейтрофилах – сапфирового окраса (*a/a p/p)* и Крестовка сапфир (*S/+ a/a p/p*), в лимфоцитах – у мутации Сапфировый леопард (S^K/+ *a/a p/p*) и Ше́доу-сапфир (S^H/+ *a/a p/p*). И наоборот, гранулы эозинофилов норок, в генотипе которых в гомозиготном состоянии присутствует ген мойл (*m/m)* – лавандовой (*m/m a/a*) и виолет (*m/m a/a p/p*), по сравнению с мутацией алеутская (*a/a*) и сапфировая (*a/a p/p)* отличаются меньшей величиной и, по-видимому, снижением выраженности дефекта.

Ген алеутского окраса кроме гранулогенеза в лейкоцитах вызывает изменения в морфологии и функции меланосом – клеточных органелл, родственных лизосомам, что находит выражение в характере пигментации. Если в волосе у темно-коричневых и серебристо-голубых норок наблюдаются относительно однородные гранулы пигмента, то у сапфировых обнаружены их увеличение и значительная вариабельность формы и размера [Зверева, Беляев, 1976].

Сходный с норками целлюлярный дефект обнаружен и у некоторых рецессивных мутаций лисиц и песцов [Ness et al., 1985; Beautiful Fur Animals.., 1988]. Состав лейкоцитарной формулы у лисиц различных генотипов – красной (*A/A B/B*), серебристо-черной (*b/b*), бургундской (*b/b g/g*), жемчужной (*b/b p/p*), коликотт (*b/b e/e*), платиновой (*b/b* $W^P/_w$) и сапфировой (*/b/b p/p s/s*) – представлен в табл. 2. Относительное количество лимфоцитов в крови изменяется от максимальных (55,8%) у серебристо-черных ли-

Таблица 2. Состав лейкоцитарной формулы (M±m) у лисиц различных генотипов

Фенотип	Генотип	Л	М	Нейтрофилы			Б	Э
				Ю	П	С		
Серебристо-черная	*b/b*	55,8±2,1	7,4±0,6	0	0,8±0,4	31,1±2,3	0,2±0,2	4,7±0,8
Красная	*A/A B/B*	38,5±1,5	2,0±2,0	0	2,0±0,0	45,0±8,0	0	12,5±4,5
Бургундская	*b/b g/g*	25,3±2,9	9,7±0,3	0	0,3±0,3	53,0±0,6	0	11,7±2,1
Жемчужная	*b/b p/p*	44,2±4,1	7,8±1,2	0	2,4±1,2	40,2±4,1	0	5,4±0,9
Коликотт	*b/b e/e*	33,0±4,0	8,0±5,0	0	0,5±0,5	53,0±0,0	0	5,5±1,5
Платиновая	*b/b* $W^{p}/_{w}$	31,7±7,5	4,7±1,2	0	2,7±0,3	38,0±12,7	1,3±1,3	21,7±6,8
Сапфировая	*b/b p/p s/s**	43,5±3,5	6,0±0,0	0	5,0±2,0	42,0±0,0	0	3,5±1,5

* Обозначен генотип сапфировой лисицы, в крови которой обнаружены аномальные лейкоциты.

сиц до минимальных (25,3%) у бургундских. Содержание нейтрофилов колеблется в пределах 31,1 и 53,0% соответственно. Высокое содержание эозинофилов и повышенная частота встречаемости базофилов выявлены у платиновых лисиц.

Нарушение структуры обнаружено только в гранулоцитах у сапфировых лисиц (*b/b p/p s/s*). Светло-серый с голубым оттенком мех у них определяется сочетанием неаллельных генов жемчужной окраски – жемчужной (*b/b p/p*) и жемчужной Мансфилда (*b/b s/s*) [Колдаева и др., 2003]. Признаков дефекта не выявлено у остальных исследованных генотипов – красной, серебристо-черной, бургундской, жемчужной, коликотт и платиновой. Наши результаты согласуются с данными других авторов, по которым характерные для СЧХ черты наблюдаются у лисиц окраски жемчужная Мансфилда и сапфировая [Ness et al., 1985; Beautiful Fur Animals.., 1988]. У лисиц этих окрасов обнаружен тот же комплекс симптомов врожденной патологии, описанный у норок, гомозиготных по гену алеутского окраса. В частности, у жемчужных лисиц Мансфилда в лейкоцитах наблюдаются гранулы «гигантских» размеров, повышение кровоточивости и, так же как и у сапфировых норок, неравномерное распределение пигментных зерен разной величины в волосе. Нарушение свертываемости вследствие неполноценности тромбоцитов является причиной анемии у самок, имеющих большие пометы, и отставания в развитии щенков.

Согласно литературным данным, признаки, свойственные СЧХ, есть также у редкой мутантной формы голубых песцов – мутации арктик блу (*g/g*). Установлено, что жизнеспособность и репродуктивные качества у арктик блу ниже, чем у лисиц, имеющих дефект лейкоцитов, а клиническая картина заболевания тяжелее [Ness et al., 1985; Beautiful Fur Animals.., 1988].

У лисиц нам не удалось провести детальное, как у норок, исследование морфологических изменений структуры лейкоцитов, однако с уверенностью можно констатировать, что норки и лисицы различаются между собой по степени дефекта, то есть по величине, количеству и морфологии гранул, что может обусловливать различия в устойчивости к факторам среды.

У шестимесячных щенков сапфировых норок процесс формирования «гигантских» гранул в лейкоцитах наблюдался в костном мозге [Узенбаева и др., 2010]. Аномальный гранулогенез обнаруживается на всех этапах развития, включая клеточные элементы пролиферирующего пула и в постмитотическом периоде (рис. 3 Д–З). Направленность изменений в эозинофилах и нейтрофилах одинакова, но имеются особенности в формировании аномальных структур, возможно, связанные с продолжительностью отдельных фаз гранулоцитопоэза. Различия, по-видимому, также могут быть обусловлены функциональными особенностями этих типов гранулоцитов, в частности наличием в нейтрофилах мощного потенциала для внутриклеточной деградации и киллинга, а в эозинофилах – факторов антипаразитарной защиты.

У сапфировых норок даже на светооптическом уровне в лейкоцитах можно наблюдать процесс аномального гранулогенеза. На ранних этапах созревания гранулы в эозинофилах у норок сапфирового окраса значительно больше по величине, чем у темно-коричневых, и они достаточно однородны и без признаков слияния (см. рис. 3 Д–З). Возможно, у сапфировых норок по сравнению с другими окрасами изначально образуются более крупные гранулы, которые еще больше увеличиваются по мере созревания и достигают максимальной величины в периферической крови. Объяснить этот факт можно также с точки зрения нарушений в аппарате Гольджи и эндоплазматическом ретикулуме, участвующих в синтезе и сортировке белков. Вместе с тем, согласно электронно-микроскопическим исследованиям, изменений в этих структурах при этом наследственном заболевании не обнаружено. В нейтрофилах, в отличие от эозинофилов, образование единой аномальной структуры, состоящей из мелких гранул и менее плотного светлого матрикса, наблюдается уже на ранней стадии – в миелоцитах (см. рис. 3 А–Г).

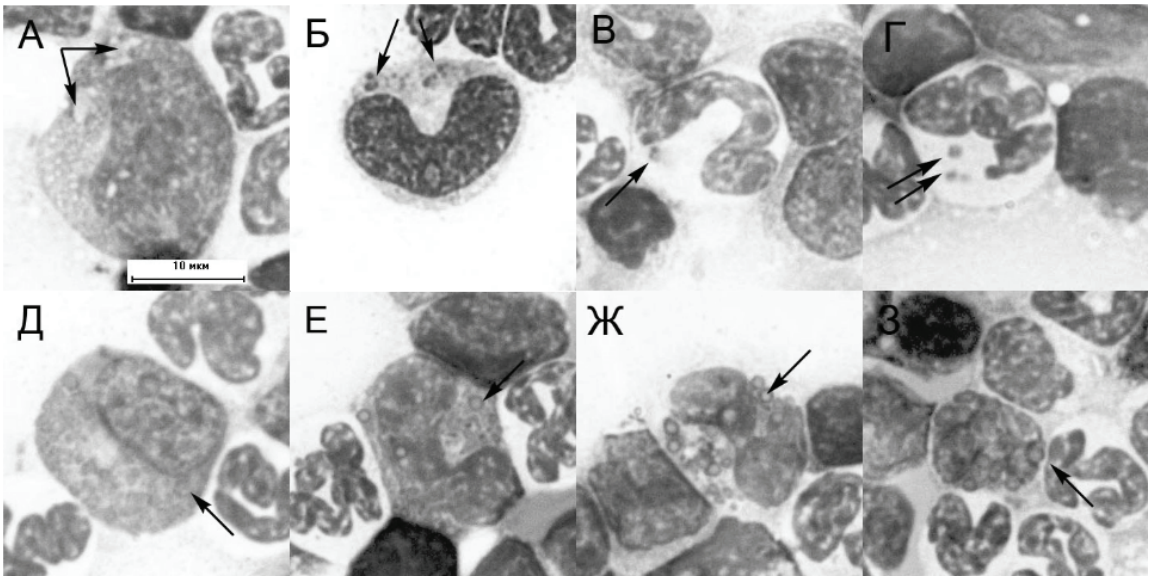


Рис. 3. Костный мозг норки сапфирового окраса

Нейтрофильные миелоцит (А) и метамиелоцит (Б), палочкоядерный (В) и сегментоядерный (Г) нейтрофилы и эозинофильные миелоцит (Д) и метамиелоцит (Е), палочкоядерный (Ж) и сегментоядерный (З) эозинофилы. В цитоплазме видны «гигантские» гранулы (отмечены стрелками)

При сравнительном исследовании гранулогенеза у десятидневных и шестимесячных сапфировых норок было выявлено, что дефект в эозинофилах в раннем постнатальном онтогенезе выражен слабее. В зрелых нейтрофилах и их предшественниках не удалось за некоторыми исключениями установить достоверных отличий в количестве и величине гранул между десятидневными и шестимесячными щенками.

Таким образом, промышленная доместикация пушных зверей привела к образованию различных окрасов, отличающихся между собой по некоторым морфофизиологическим и биохимическим признакам. У норок с геном алеутского (*a/a*) окраса в гомозиготном состоянии и у сапфировых лисиц (*b/b p/p s/s*) наблюдается наследственный дефект лейкоцитов. Формирование аномальных гранул в лейкоцитах происходит на ранних стадиях созревания в костном мозге. Показано, что норки и лисицы, а также норки различных генотипов имеют неодинаковую степень дефекта, который обусловливает дисфункцию лейкоцитов и ослабление защитно-барьерной функции организма.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ НШ–3731.2010.4.

Литература

Берстон М. Гистохимия ферментов. М.: Мир, 1965. 464 с.

Буйкис И. М., Руденс Ю. Ф. Цитохимическое выявление эстераз в клетках периферической крови и костного мозга // Вопросы лейкозологии. 1972. Вып. 2. С. 239–255.

Голубева А. Г., Узенбаева Л. Б., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н. Дефект лейкоцитов у разводимых в условиях фермы пушных зверей // Кролиководство и звероводство. 2010. № 4. С. 25–27.

Зверева Л. П., Беляев Д. К. Феногенетический анализ пигментации у мутантов американской норки (*Mustela vison* Schr.). Сообщение I. Эффект мутаций стальной голубой, серебристо-голубой и их компаунда на распределение пигмента в волосе // Генетика. 1976. Т. 12, № 2. С. 97–103.

Кисляк Н. С., Ленская Р. В. Клетки крови у детей в норме и при патологии. М.: Медицина, 1978. 256 с.

Колдаева Е. М., Милованов Л. В., Трапезов О. В. Породы пушных зверей и кроликов. М.: Колос, 2003. 240 с.

Обозная Э. И., Панков Е. Я. Цитохимия костного мозга при криоконсервировании. Атлас. Киев: Наукова думка, 1989. 256 с.

Узенбаева Л. Б., Кижина А. Г., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н. Мутантные норки как модель в биомедицинских исследованиях // Труды Карельского научного центра РАН. 2010. № 2. С. 52–61.

Узенбаева Л. Б., Трапезов О. В., Кижина А. Г. и др. Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на структуру лейкоцитов крови у американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Генетика. 2011. Т. 47, № 1. С. 87–94.

Хейхоу Ф. Г., Кваглино Д. Гематологическая цитохимия. М.: Медицина, 1983. 211 с.

Шубич М. Г., Нагоев Б. С. Щелочная фосфатаза лейкоцитов в норме и патологии. М.: Медицина, 1980. 224 с.

Beautiful Fur Animals – and their colour genetics / Ed. G. Jwrgensen. Glostpup: Scientifur, 1988. 271 p.

Chediak M. Nouvelle anomalie leucocytaire de caractere constitutionnel et familial // Rev. Hemat. 1952. Vol. 7. P. 362–367.

Higashi O. Congenital gigantism of peroxidase granules. The first case ever reported of qualitative abnormality of peroxidase // Tohoku J. Exp. Med. 1954. Vol. 59. P. 315–332.

Huizing M., Helip-Wooley A., Westbroek W. et al. Disorders of lysosome-related organelle biogenesis: clinical and molecular genetics // Annu. Rev. Genomics Hum. Genet. 2008. Vol. 9. P. 359–386.

Introne W., Boissy R. E., Gahl W. A. Clinical, molecular, and cell biological aspects of Chediak–Higashi syndrome // Mol. Genet. Metab. 1999. Vol. 68, N 2. P. 283–303.

McVey Ward D., Griffiths G. M., Stinchcombe J. C., Kaplan J. Analysis of lysosomal storage disease Chediak-Higashi syndrome // Traffic. 2000. Vol. 1. P. 816–822.

Ness N., Lium B., Sjaastad Ø. et al. A norwegian pearl fox (omberg pearl) with Chediak Higashi syndrome and its relationship to other pearl-mutations // Scientifur. 1985. Vol. 9, N 3. P. 197–199.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кижина Александра Геннадьевна
главный биолог
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: golubewa81@yandex.ru
тел. (8142) 573107

Узенбаева Людмила Борисовна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
тел. (8142) 573107

Илюха Виктор Александрович
зав. лаб. экологической физиологии животных, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilyukha@krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Тютюнник Николай Николаевич
главный научный сотрудник, д.с.-х.н., профессор
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: tyutyunnik@krc.karelia.ru
тел. (8142) 573107

Трапезов Олег Васильевич
заведующий сектором генетики куньих, к.б.н.
Институт цитологии и генетики СО РАН
пр. Лаврентьева, 10, Новосибирск, Россия, 630090
эл. почта: trapezov@bionet.nsc.ru
тел. (383) 3333859

Шумилина Наталия Николаевна
д.с.-х.н., профессор
Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина
пр. Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472
эл. почта: shumilina51@mail.ru
тел. (495) 3776730

Ларина Елена Евгеньевна
аспирант
Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина
пр. Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472
эл. почта: kfa_zverovod@mgavm.ru
тел. (495) 3776730

Kizhina, Alexandra
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: golubewa81@yandex.ru
tel. (8142) 573107

Uzenbaeva, Lyudmila
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
tel. (8142) 573107

Ilyukha, Victor
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: ilyukha@krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Tyutyunnik, Nikolay
Institute of Biology, Karelian Research Center,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: tyutyunnik @krc.karelia.ru
tel. (8142) 573107

Trapezov, Oleg
Institute of Cytology and Genetic,
Siberian Branch, Russian Academy of Science
10 Lavrenteva St., 630090
Novosibirsk, Russia
e-mail: trapezov@bionet.nsc.ru
tel. (383) 3333859

Shumilina, Natalya
K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotecnology
23 Academic Skryabin St., 109472
Moskow, Russia
e-mail: shumilina51@mail.ru
tel. (495) 3776730

Larina, Elena
K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotecnology
23 Academic Skryabin St., 109472
Moskow, Russia
e-mail: kfa_zverovod@mgavm.ru
tel. (495) 3776730

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 69–72.

УДК 577.3:574.152.632

АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ В ОРГАНАХ ЩУК (*ESOX LUCIUS* L.), ОТЛОВЛЕННЫХ ИЗ ОЗЕР С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

М. Ю. Крупнова, Н. В. Ильмаст, Н. Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Исследована активность основных лизосомальных протеиназ (катепсинов D и B) в органах щук (*Esox lucius* L.) из озер с различной антропогенной нагрузкой. Результаты свидетельствуют об участии катепсинов в реализации защитной функции лизосом у исследованных рыб в ответ на повышенное содержание лития, калия, сопутствующих анионов, сдвиг pH и взмученность в хранилище отходов горнообогатительного комбината.

К л ю ч е в ы е с л о в а : протеиназы, лизосомы, рыбы, экология.

M. Yu. Krupnova, N. V. Ilmast, N. N. Nemova. ACTIVITY OF LYSOSOMAL PROTEINASES IN ORGANS OF PIKE (*ESOX LUCIUS* L.) FROM LAKES WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC PRESSURE

We investigated the activity of basic lysosomal proteinases (cathepsins D & B) in organs of pike (*Esox lucius* L.) from lakes exposed to different degrees of human pressure. The results evidence that cathepsins play a part in enacting the lysosomes' protective function in the fish in response to elevated concentrations of lithium, potassium, accompanying anions, shift in pH, and sediment detachment in the tailings dump of the mining and ore concentration mill.

K e y w o r d s : proteinases, lysosomes, fish, ecology.

Введение

Действие на организм различных факторов внешней среды, в том числе экологических, сопровождается вовлечением клеточных и молекулярных механизмов регуляции гомеостаза. Среди множества таких механизмов важное место занимает протеолиз, являющийся (в силу своей необратимости) прерогативой выживания организмов [Баррет, Хит, 1980]. Ферментативные превращения и экскреция чужеродных соединений осуществляются с участием протеолитической системы лизосом, включающей более 20 ферментов, из которых почти 90 % связано с активностью катепсинов B и D [Дин, 1981]. Лизосомальные протеиназы (катепсины D и B) являются биохимическими индикаторами изменения протеолитической функции лизосом в развитии биохимических адаптаций у водных организмов в ответ на воздействие неблагоприятных факторов различной природы [Немова, Высоцкая 2004; Высоцкая, Немова, 2008].

Катепсин D относится к группе «аспартильных» протеиназ, так как в активном центре группы кислых протеиназ, аналогичных по своему действию пепсину, принимают участие карбоксильные группы остатков аспарагино-

вой кислоты. Этот фермент гидролизует только белковые субстраты и поэтому определяется главным образом по измерению продуктов деградации белков [Barrett, 1998]. В лизосомном протеолизе катепсин D преимущественно действует синергически с цистеиновыми протеиназами, которые, вероятно, имеют еще большее значение в деградации многих белков и с другими эндопептидазами.

В статье приведены результаты исследования активности лизосомальных протеиназ в органах щук из двух водоемов Республики Карелия – озер Каменное и Костомукшское.

Материал и методы

Озеро Каменное практически не затронуто хозяйственной деятельностью, промысел рыбы в нем отсутствует, о чем свидетельствует большое число старших возрастных групп рыб в ихтиоценозе. Данные исследований состояния ихтиофауны водоема свидетельствуют о крайне незначительном антропогенном воздействии. С рыбохозяйственной точки зрения озеро относится к высшей категории водных объектов, так как в нем обитают такие ценные виды, как лосось, сиг, ряпушка. В целом экосистема оз. Каменное, и в частности ихтиофауна, сохраняет естественное состояние и близка к «ненарушенным природным экосистемам». Озеро Костомукшское – верхний водоем системы р. Кенти (частный водосбор р. Кеми). В результате строительства дамбы озеро преобразовано в технологический водоем Костомукшского горнообогатительного комбината (хвостохранилище). Водоем служит для захоронения отходов производства (хвостов обогащения, которые в виде пульпы поступают в водоем) и оборотного водоснабжения. Общая минерализация воды в период исследования колебалась от 625 (дно 12 м) до 645 мг/л (поверхность), концентрация ионов калия составила 156 мг/л, натрия – 18, кальция – 38, магния – 18, хлоридов – 7, гидрокарбонатных ионов – 122; величина общего азота – 15 мг/л, общего фосфора – 0,0070–0,12 мг/л; pH –7,4–7,5 [Lehto et al., 2010]. Таким образом, по сравнению с показателями, полученными в более ранних (2000 г.) исследованиях, наблюдается значительное увеличение общей минерализации воды и уменьшение водородного показателя. Сдвиг pH воды от щелочной в кислую область может разрушить так называемый геохимический барьер, что приведет к увеличению в воде концентраций тяжелых металлов и нежелательному их накоплению в биоте хвостохранилища и расположенных ниже водоемах. Обедненность видового состава ихтиофауны и ее низкие количественные показатели свидетельствуют об угнетенном состоянии планктонной фауны хвостохранилища. В уловах 2009 г. были отмечены только четыре вида (плотва, щука, сиг, уклейка) рыб. Обращает на себя внимание отсутствие в озере окуневых (окунь, ерш) видов – типичных представителей северных водоемов. Большие концентрации щелочных и щелочно-земельных металлов, а также гидрокарбонатов в воде определили сдвиг pH в щелочную область. Подобные условия представляют собой геохимический барьер для миграции большинства тяжелых металлов. Несмотря на то что хвостохранилище является технологическим водоемом горнообогатительного комбината, куда поступают производственные воды, видимых патологических изменений наружных покровов и внутренних органов у рыб не отмечено, внутреннее состояние органов у щук из исследованных водоемов идентично. При анализе размерно-весовых параметров у щуки из разных водоемов достоверных изменений веса не обнаружено.

Материалом для исследований служили печень, почки, жабры, гонады и мышцы щуки из этих водоемов. Активность основных протеиназ лизосом – катепсинов B и D – определяли в осветленных гомогенатах тканей рыб, которые готовили на 0,25M растворе сахарозы (1:10) с добавлением 0,01% раствора тритона X-100 (1200 об/мин x 60 с). Дифференциальное центрифугирование гомогенатов для получения субклеточных фракций проводили на центрифуге K-24 (Германия) [Покровский, Тутельян, 1976]. Активность катепсинов B и D определяли спектрофотометрически. Активность катепсина B оценивали по гидролизу 0,065M раствора этилового эфира бензоиларгинамида в 0,1M ацетатном буфере pH 5,0 [Алексеенко, 1968], катепсина D – бычьего гемоглобина при pH 3,6 [Алексеенко, 1968] соответственно. Активность ферментов выражали в условных единицах: катепсина D – при 280нм на мг белка, катепсина B – при 525нм на мг белка. Концентрацию белка в пробах определяли по методу Брэдфорд [Braedford, 1976].

Результаты и обсуждение

Результаты изучения активности протеолитических ферментов и содержания белка в органах щук из разных водоемов представлены на рис. 1–3.

Наиболее высокие значения активности катепсина D у щук как из оз. Каменное, так и из оз. Костомукшское отмечены в почках, печени, несколько в меньшей степени – в гонадах самцов и самок, в жабрах и наименьшие – в мышцах (см. рис. 1). Не обнаружено существенных различий в уровне активности протеиназ в зависимости от пола исследуемого объекта. В печени, жабрах и гонадах самок активность данного фермента несколько ниже у щук из оз. Костомукшское по сравнению с данными показателя-

ми у щук из оз.Каменное. Аналогичная тенденция, за исключением активности катепсина D в печени, отмечена и для самцов, где данный показатель в почках, мышцах, жабрах и гонадах снижается приблизительно в 2–3 раза. Снижение уровня активности катепсина D в жабрах (более чем в 2 раза), которые являются основным «фильтром» и в первую очередь подвергаются влиянию какого-либо соединения, подтверждает участие этого фермента в детоксикационных процессах, происходящих в лизосомах [Высоцкая, Немова, 2008; Крупнова и др., 2010].

Активность катепсина B сравнительно низкая в органах щук из обоих водоемов (см. рис. 2). При этом отмечено некоторое повышение активности в печени самок и самцов и жабрах самцов щук, выловленных в оз. Костомукшское. Существенная (более чем в 60 раз) активация данного фермента наблюдается в почках самцов из хвостохранилища. Известно, что в условиях хронической интоксикации активно функционируют органы, осуществляющие процессы захвата, обезвреживания токсикантов и экскреции [Покровский, Тутельян, 1976]. Возможно, в связи с изменениями химического состава минералов хвостов, а именно повышенного содержания солей лития и калия, ведущих к выщелачиванию различных компонентов, а вследствие этого и к изменению гидрохимических показателей воды хвостохранилища, наблюдается столь значительное повышение активности цистеинзависимой протеиназы в почках. Некоторые различия в изменении активности катепсинов B и D связаны, вероятно, с тем, что катепсин B относится к ферментам, в состав активного центра которых входит высокореактивная тиоловая группа цистеина, вступающая в химические взаимодействия с тяжелыми металлами и другими химическими группировками поллютантов. Защелачивание водоема хвостохранилища в результате воздействия отходов ГОКа может оказывать ингибирующее влияние на активность катепсина D, для проявления которой необходимы кислотные группировки аспарагиновой кислоты, входящей в состав активного центра фермента.

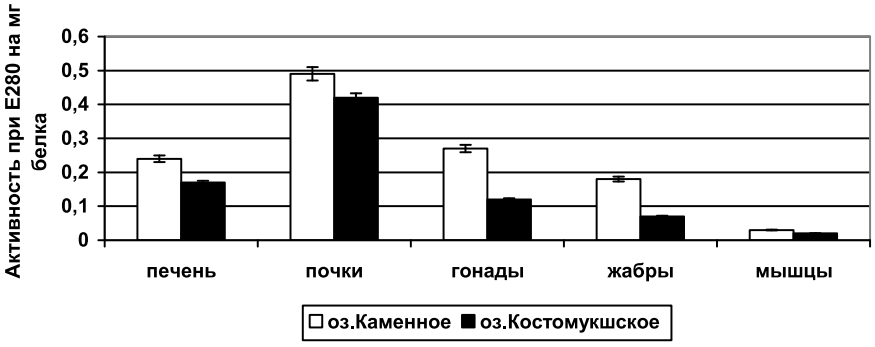


Рис. 1. Активность катепсина D (E_{280} мг белка/1ч) в органах самцов и самок щук из озер Каменное и Костомукшское (хвостохранилище отходов)



Рис. 2. Активность катепсина B (E_{525} мг белка/30 мин) в органах самцов и самок щук из озер Каменное и Костомукшское (хвостохранилище отходов)

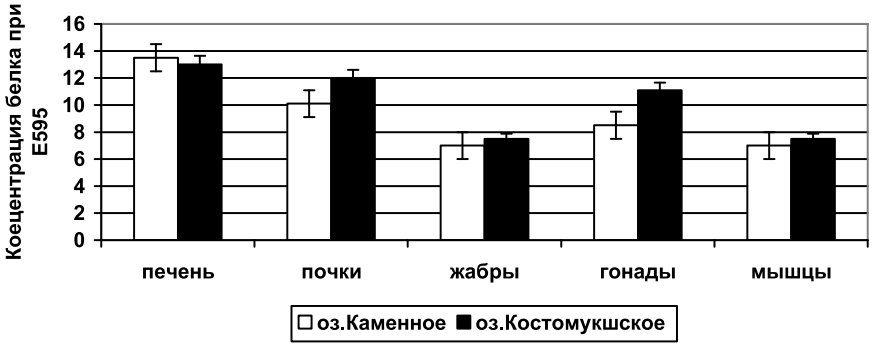


Рис.3. Содержание белка (мг/мл) в органах самцов и самок щук из озер Каменное и Костомукшское (хвостохранилище отходов)

Показатели содержания белка (см. рис. 3) в тканях самцов и самок щук рыб из «контрольного» и «опытного» озер близки или чуть выше в органах рыб из оз. Костомукшское, исключением является уровень белка в гонадах самок из хвостохранилища, что связано, по-видимому, со стадией зрелости.

Следует отметить и тот факт, что, по данным ихтиологических исследований, в опытном водохранилище количество самцов ниже, чем самок, это связывают с их меньшей устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Полученные результаты свидетельствуют об участии катепсинов в реализации защитной функции лизосом у исследованных рыб в ответ на воздействие антропогенной нагрузки, связанной с деятельностью горнообогатительного комбината (повышенное содержание лития и калия, сопутствующих анионов, сдвиг pH и взмученность). Данные показатели (активность цистеинзависимых и аспартильных протеиназ) могут быть использованы в качестве дополнительных биохимических тестов на загрязнение водоемов вышеназванными факторами.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов программы Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-3731.2010.4, РФФИ № 08-04-01140-а, программы ОБН РАН «Биологические ресурсы».

Литература

Алексеенко Л. П. Определение активности протеиназ по расщеплению белковых субстратов // Современные методы в биохимии. М.: Медицина. 1968. Т. 2. С. 112.

Баррет А. Дж., Хит М. Ф. Лизосомальные ферменты // Лизосомы. Методы исследования. М.: Мир, 1980. С. 25–156.

Высоцкая Р. У., Немова Н. Н. Лизосомы и лизосомальные ферменты рыб // М.: Наука, 2008. 284 с.

Дин Р. Процессы распада в клетке. М.: Мир, 1981. 120 с.

Крупнова М. Ю., Немова Н. Н., Скидченко В. С. Влияние солей меди и кадмия на активность лизосомальных протеиназ мидий *Mytilus edulis* L. // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Сб. науч. ст. Петрозаводск, 2010. Т. 1. С. 84–88.

Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб // М.: Наука, 2004. 214 с.

Покровский А. А., Тутельян В. А. Лизосомы // М.: Наука, 1976. 351 с.

Barrett A. J., Rawlings N. D., Woesner J. F. Handbook of proteolytic enzymes. L.: Academic Press., 1998. 1666 p.

Braedford M. M.. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analit. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248–254.

Lehto J., Lusa M., Virkanen J. et al. Metal distribution in lakes surrounding the Kostomuksha iron mine and ore dressing mill in Northwestern Russia // Air, Soil and Water Research. 2010. Vol. 3. P. 67–77.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крупнова Марина Юрьевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: mukrupnova@rambler.ru
тел. (8142) 571879

Ильмаст Николай Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilmast@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Немова Нина Николаевна
директор ИБ КарНЦ РАН, зав. лаб. экологической физиологии растений, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nemova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783615

Krupnova, Marina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mukrupnova@rambler.ru
tel. (8142) 571879

Ismast, Nikolai
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilmast@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Nemova, Nina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nemova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783615

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 73–77.

УДК 581.1

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА *ci7* В ЛИСТЬЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ЕЖЕСУТОЧНЫХ СНИЖЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

В. В. Лаврова, М. И. Сысоева, Е. Г. Шерудило, Л. В. Топчиева, Е. М. Матвеева

Институт биологии Карельского научного центра РАН

На растениях картофеля (*Solanum tuberosum* L., с. Сударыня и с. Невский) изучено влияние ежесуточных кратковременных и постоянных низкотемпературных воздействий на холодоустойчивость и экспрессию COR гена *ci7*. Показано, что прирост холодоустойчивости у растений, подвергнутых ежесуточным кратковременным снижениям температуры, был в 5–6 раз выше, чем при постоянном действии низкой температуры. При этом уровень экспрессии гена *ci7* в листьях картофеля был одинаковым при разных типах низкотемпературных воздействий. Предполагается, что повышение устойчивости растений картофеля к кратковременному воздействию низких температур опосредовано не только изменением экспрессии COR гена *ci7*, но и иными механизмами.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., температура, устойчивость, COR гены, ген *ci7.*

V. V. Lavrova, M. I. Sysoeva, E. G. Sherudilo, L. V. Topchieva, E. M. Matveeva. EXPRESSION OF *ci7* GENE IN POTATO LEAVES UNDER SHORT-TERM TEMPERATURE DROP

The effects of daily short-term and constant low-temperature treatments on cold resistance and expression of the COR gene *ci7* in potato plants (*Solanum tuberosum* L., cv. Sudarynya & Nevskiy) has been studied. The rise in cold resistance of the plants daily exposed to short-term temperature drop was 5-6 times higher than in the plants constantly exposed to low temperature. The level of *ci7* gene expression in potato leaves was the same at different modes of exposure to cold. It is suggested that the rise in potato plant resistance to short-term low temperature drop is achieved not only by means of change in expression of the COR gene *ci7* but also through other mechanisms.

Key words: *Solanum tuberosum* L., temperature, resistance, COR genes, *ci7 gene.*

Введение

В природе широко распространены кратковременные падения температур в суточном цикле, которые согласно одному из сценариев изменения климата будут значительно усиливаться, особенно в ранневесенний период [Филатов и др., 2003]. Наряду с этим кратковременные снижения температуры широко используются в современном растениеводстве в качестве одного из приемов выращивания компактных растений [Moe, Heins, 2000]. Как

показано ранее, они оказывают влияние на биологическую продуктивность и скорость развития растений, а также способствуют увеличению их холодоустойчивости [Марковская и др., 2008]. Причем механизмы формирования устойчивости при постоянных и кратковременных низкотемпературных воздействиях различны [Марковская и др., 2007].

Известно, что важную роль в механизмах повышения устойчивости растений к действию неблагоприятных температур играют гены холодового шока, в частности COR гены, кодирующие белки, которые могут контролировать в растительном организме биологические и физиологические изменения, необходимые для роста и развития при низких температурах [Колесниченко, Войников, 2003; Трунова, 2007; Thomashow, 1998]. В настоящее время активно изучается экспрессия COR генов при действии постоянной низкой положительной температуры [Kirch et al., 1997; Thomashow, 1998; Wanner, Junttila, 1999]. В то же время информация об экспрессии COR генов при кратковременном периодическом действии низкой закаливающей температуры в доступной нам литературе отсутствует. В связи с этим целью настоящей работы было изучение влияния кратковременных ежесуточных снижений температуры на экспрессию COR гена *ci7* в листьях растений картофеля.

Материалы и методы

Опыты проводили с двумя сортами картофеля (*Solanum tuberosum* L.) Сударыня и Невский, районированными на территории Республики Карелия. Мини-клубни картофеля, полученные в ГНУ «Карельская ГСХОС Россельхозакадемии», проращивали стандартным способом на свету в течение трех недель, высаживали в пластиковые сосуды с песком при поливе питательным раствором Кнопа с добавлением микроэлементов (pH 5,5–5,6) и помещали в камеру искусственного климата при температуре 23°С, фотопериоде (день/ночь) 16/8 ч и освещенности 10 клк. По достижении фазы 3-х листьев часть растений оставляли при 23°С (вариант контроль), а остальные либо подвергали в течение 6 суток ежесуточным снижениям температуры (с 23 до 5°С) на 2 ч в конце ночного периода (вариант ДРОП, от англ. drop – падение), либо выращивали в течение 6 суток при постоянной низкой температуре 5°С (вариант ПНТ). На следующий день после завершения температурных обработок анализировали холодоустойчивость и исследовали экспрессию COR гена у растений всех вариантов.

Холодоустойчивость растений определяли по температуре ($ЛТ_{50}$), вызывающей гибель 50% палисадных клеток паренхимы высечек из листа площадью 0,5 $см^2$ после их 5-минутного тестирующего промораживания в термоэлектрическом термостате ТЖР-02/-20 («Интерм», Россия) в интервале температур от -6 до -10°С с шагом 0,4°С [Дроздов и др., 1976].

Для выделения РНК навеску листьев картофеля (50 мг) растирали в жидком азоте. Тотальную РНК выделяли с помощью набора Yellow Solve («Силекс», Россия). Степень чистоты и концентрацию РНК определяли спектрофотометрически на приборе SmartSpec Plus (Bio-Rad, США). Для удаления остатков ДНК препарат РНК обрабатывали ДНКазой (10 ед./мл) («Силекс», Россия). Уровень экспрессии генов оценивали методом ПЦР в режиме реального времени. В качестве флуорофора для детекции продуктов использовали интеркалирующий краситель SYBR Green. Амплификацию проводили в приборе iCycler с оптической приставкой iQ5 (Bio-Rad, США), используя набор для амплификации («Синтол», Россия). Смесь для ПЦР объемом 25 мкл содержала 2 мкл (100 нг) тотальной РНК, 5 мкл реакционной смеси, по 0,5 мкл прямого и обратного праймеров, 16 мкл воды, свободной от нуклеаз, 1 мкл $MgCl_2$. Для ПЦР в режиме реального времени использовали праймеры («Синтол», Россия): прямой – 5' CAC AAT CAT AAC ATC CCA AA 3', обратный – 5' GCG GAC ATA AGA AGA CG 3'. Протокол ПЦР: 40 циклов – 10 с при 95°С и 30 с при 55°С. Специфичность продуктов амплификации проверяли плавлением ПЦР фрагментов: 1 мин при 95°С, 1 мин при 55°С, 10 с при 55°С (80 циклов, в каждом из которых температура повышалась на 0,5°С). Уровень экспрессии гена *ci7* растений, подвергнутых низкотемпературному воздействию, был рассчитан относительно уровня экспрессии этого гена у растений контрольного варианта (не подвергнутых низкотемпературному воздействию).

Средние арифметические значения из двух независимых опытов и их стандартные ошибки представлены на рис. 1, 2. Повторность при оценке холодоустойчивости – 6-кратная, при ПЦР-анализе – 2-кратная. Данные обработаны статистически с использованием пакета программ Statgraphics for Windows 7.0. В статье обсуждаются величины, достоверно различающиеся при $P \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ холодоустойчивости растений картофеля показал, что при кратковременном ежесуточном снижении температуры (вариант ДРОП) прирост холодоустойчивости относительно контроля для с. Сударыня соста-

вил 2,7°С, для с. Невский – 2,9°С (см. рис. 1). В то же время постоянное действие низкой закаливающей температуры (вариант ПНТ) вне зависимости от сорта вызвало значительно меньшее по сравнению с ДРОП увеличение холодоустойчивости, прирост которой достигал только 0,5°С (см. рис. 1). Ранее подобный эффект отмечался и на других видах растений (огурце, петунии, кукурузе, пшенице, капусте белокочанной), что дало возможность высказать предположение о разных механизмах формирования устойчивости в ответ на постоянное и кратковременное действие низкой температуры [Марковская и др., 2007].

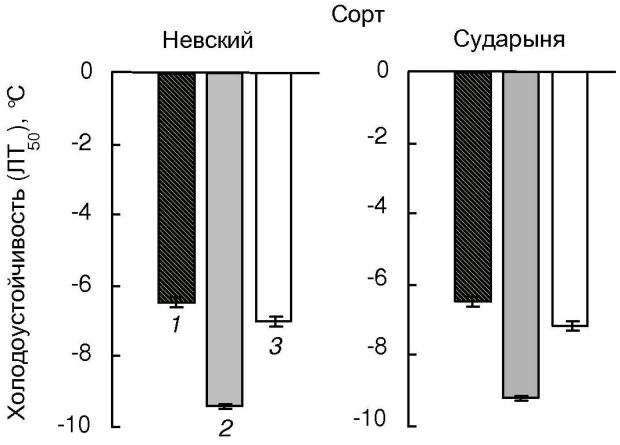


Рис. 1. Холодоустойчивость растений картофеля при кратковременном (ДРОП) и постоянном (ПНТ) действии низкой закаливающей температуры (5°С)

1 – контроль, *2* – ДРОП, *3* – ПНТ

Из литературы известно, что постоянное действие низкой (4°С) температуры индуцировало экспрессию COR гена *ci7* в клубнях и листьях картофеля [Kirch et al., 1997]. Нами также выявлено увеличение экспрессии данного гена в листьях растений, подвергнутых постоянному действию низкой закаливающей температуры (см. рис. 2). Вместе с тем, как показали результаты нашего эксперимента, не только постоянные, но и кратковременные снижения температуры вызвали экспрессию гена *ci7* в листьях картофеля (см. рис. 2), причем у обоих изученных сортов уровень экспрессии был одинаковым при разных типах низкотемпературных воздействий. Интересно, что, если для достижения максимального уровня экспрессии гена *ci7* при ПНТ требовалось 72 ч низкотемпературного воздействия [Berkel et al., 1994; Kirch et al., 1997], то при периодической кратковременной низкотемпературной обработке в нашем эксперименте подобный эффект достигался уже при 12 ч суммарного действия низкой температуры (6 сут по 2 ч).

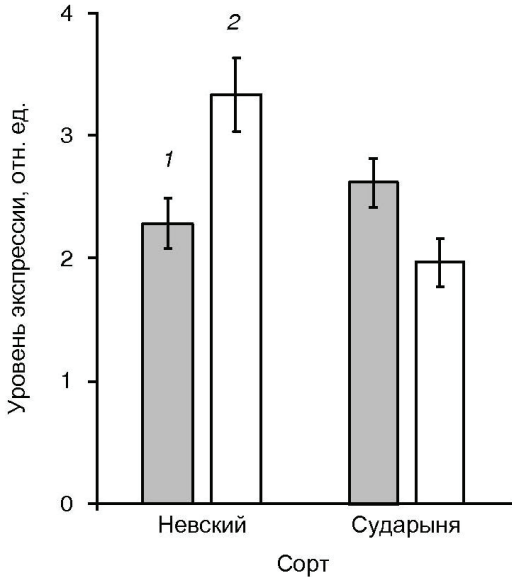


Рис. 2. Изменение уровня экспрессии гена *ci7* при кратковременном (ДРОП) и постоянном (ПНТ) действии низкой закаливающей температуры (5°С) в листьях растений картофеля

1 – ДРОП, *2* – ПНТ. Уровень экспрессии гена у контрольных растений (при 23°С) принят за единицу

Таким образом, как кратковременное низкотемпературное воздействие, так и постоянное действие низкой температуры индуцировали практически одинаковый уровень экспрессии COR гена *ci7* в листьях картофеля, однако величина прироста холодоустойчивости листьев в вариантах ДРОП и ПНТ существенно различалась. Выявленные различия в величине холодоустойчивости при двух видах низкотемпературного воздействия позволяют предположить, что значительно более высокий уровень устойчивости к низкой температуре в варианте ДРОП по сравнению с вариантом ПНТ может быть обусловлен не только экспрессией COR гена *ci7*, но и иными механизмами. Ранее нами было показано, что при периодических низкотемпературных воздействиях растения находятся в функционально активном состоянии, характеризующимся стимуляцией метаболических процессов, увеличением продуктивности, ускорением развития, в то время как постоянное действие низкой температуры вызывает снижение метаболической активности у растений [Марковская и др., 2008]. Было высказано предположение о том, что немаловажную роль в повышении холодоустойчивости растений при кратковременных низкотемпературных воздействиях играют фотоассимиляты [Марковская и др., 2008]. Об этом свидетельствуют, в частности, результаты анализа ком-

понентов водорастворимой фракции углеводов, выявившие существенные различия двух видов низкотемпературного воздействия – ДРОП и ПНТ [Марковская и др., 2010]. Растения варианта ДРОП характеризовались наличием двух пулов сахаров, участвующих как в формировании устойчивости, так и в активации метаболизма, что и обеспечивало нахождение таких растений в состоянии повышенной функциональной активности и высокого уровня холодоустойчивости. Именно это играет большую роль при адаптации растений к условиям нестабильного суточного температурного режима в период активной вегетации, являясь одной из составляющих онтогенеза растений в норме.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-04-00097) и проекта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (№ г.к. П1299).

Литература

Дроздов С. Н., Курец В. К., Будыкина Н. П., Балагурова Н. И. Определение устойчивости растений к заморозкам // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л.: Колос, 1976. С. 222–228.

Колесниченко А. В., Войников В. К. Белки низкотемпературного стресса растений. Иркутск: Арт-Пресс, 2003. 196 с.

Марковская Е. Ф., Шерудило Е. Г., Галибина Н. А., Сысоева М. И. Роль углеводов в реакции теплолюбивых растений на кратковременные и длительные низкотемпературные воздействия // Физиология растений. 2010. Т. 57, № 5. С. 687–694.

Марковская Е. Ф., Сысоева М. И., Шерудило Е. Г., Топчиева Л. В. Дифференциальная экспрессия генов в растении огурца в ответ на многократные кратковременные низкотемпературные воздействия // Физиология растений. 2007. Т. 54, № 5. С. 686–691.

Марковская Е. Ф., Сысоева М. И., Шерудило Е. Г. Феномен ежесуточного кратковременного влияния низких закаливающих температур на жизнедеятельность растения // Онтогенез. 2008. Т. 39, № 5. С. 323–332.

Трунова Т. И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 54 с.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Сало Ю. А., Семенов А. В. Динамика и прогноз изменения климата Восточной Фенноскандии // Гидроэкологические проблемы Карелии и использования водных ресурсов. Петрозаводск: изд-во Карельского научного центра РАН, 2003. С. 33–39.

Berkel J., Salamini F., Gebhardt C. Transcripts accumulating during cold storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers are sequence related to stress-responsive genes // Plant Physiology. 1994. Vol. 104. P. 445–452.

Kirch H. H., Berkel J., Glaczinski H., Salamini F., Gebhardt C. Structural organization, expression and promoter activity of a cold-stress-inducible gene of potato (*Solanum tuberosum* L.) // Plant Mol. Biol. 1997. Vol. 33. P. 897–909.

Moe R., Heins R. D. Thermo- and photomorphogenesis in plants // Adv. Floriculture Res. Agric. Univ. of Norway. 2000. Rep. N 6. P. 52–64.

Thomashow M. F. Role of cold-responsive genes in plant freezing tolerance // Plant Physiol. 1998. Vol. 118. P. 1–7.

Wanner L. A., Junttila O. Cold-induced freezing tolerance in *Arabidopsis* // Plant Physiol. 1999. Vol. 120. P. 391–399.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лаврова Виктория Витальевна
аспирант
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: vicandra@mail.ru
тел. (8142) 762706

Сысоева Марина Ивановна
главный научный сотрудник, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: sysoeva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Шерудило Елена Георгиевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: sherudil@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Lavrova, Victoria
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vicandra@mail.ru
tel. (8142) 762706

Sysoeva, Marina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sysoeva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Sherudilo, Elena
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science 11 Pushkinskaya St.,
185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sherudil@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762706

Топчиева Людмила Владимировна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: topchieva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Матвеева Елизавета Михайловна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: matveeva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783622

Topchieva, Lyudmila
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: topchieva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Matveeva, Elizaveta
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: matveeva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783622

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 78–87.

УДК 581.154+575.224.46: 582.542.1.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ *FESTUCA PRATENSIS* HUDS. С СУПРЕССИРОВАННОЙ ХЛОРОФИЛЛДЕФЕКТНОСТЬЮ

О. Н. Лебедева, А. Ф. Титов, Т. С. Николаевская, Е. Б. Стафеева

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Представлены результаты исследований физиологических особенностей растений многолетнего перекрестноопыляющегося злака *Festuca pratensis* Huds. с супрессированной хлорофиллдефектностью. Установлено, что генетической основой хлорофиллдефектности растений данного типа является мутация (и) с плейотропным эффектом, затрагивающая пути синтеза зеленых и желтых (каротинов, лютеина и ксантофиллов) пигментов и сопровождающаяся изменением экспрессии морфофизиологических признаков по сравнению с растениями *w-type*.

Ключевые слова: *Festuca pratensis* Huds., супрессированная хлорофиллдефектность, зеленые и желтые пигменты, фотосинтетический аппарат, нетто-фотосинтез.

O. N. Lebedeva, A. F. Titov, T. S. Nikolaevskaya, E. B. Stafeeva. PHYSIOLOGICAL FEATURES OF *FESTUCA PRATENSIS* HUDS. PLANTS WITH SUPRESSED OF CHLOROPHYLL DEFICIENCY

Results of research into the physiological features of the perennial allogamous cereal *Festuca pratensis* Huds. with suppressed chlorophyll deficiency are presented. We found that the genetic basis of chlorophyll deficiencity in plants of this type is the mutation (s) with the pleiotropic effect, wich affects the pathways of synthesis of auxiliary light-absorbing and photoprotective green (*a*-, *b*-chlorophyll) and yellow (carotene, lutein and xantophyll) pigments and isaccompanied by change in the expression of morpho-physiological traits as compared with *w-type* plants.

Key words: *Festuca pratensis* Huds., pigment mutations, green and yellow pigments, suppression of chlorophyll deficiency, photosynthetic apparatus, net-photosynthesis.

Введение

У растений, важнейшей биологической особенностью которых является способность к фотосинтезу, большое значение имеют различного рода нарушения в биосинтезе пигментов, и прежде всего хлорофиллов (хлорофиллдефектность). В связи с этим изучение физиологических особенностей, таких как, например, содержание пигментов, скорость фотосинтетических реакций, фотопротекторные свойства, играет важную роль в понимании механизмов, приводящих к структурно-функциональным изменениям фотосинтетического аппарата у растений с хлорофиллдефектностью.

Исследование этих механизмов связано, как правило, с использованием пигментных мутантов ядерного типа, у которых блокированы отдельные звенья синтеза пигментов и отсутствует способность к его восстановлению

[Найлэн, 1967]. Наш модельный объект – овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), как показано ранее, содержит значительный пул естественных хлорофильных мутаций, большая часть которых способна специфически восстанавливаться до дикого фенотипа [Олимпиенко и др., 1976; Титов, Олимпиенко, 1976; Титов и др., 1978], и этот процесс сопровождается определенными структурными изменениями хлоропластов и митохондрий [Венжик и др., 2002].

Цель настоящего исследования – изучение физиологических особенностей растений овсяницы луговой с супрессированной хлорофиллдефектностью и с различными механизмами восстановления пигментации до дикого фенотипа.

Материалы и методы

Работа проводилась на растениях овсяницы луговой с. Онежская, который был создан на основе северных экотипов вида [Винниченко, 1967; Лебедева и др., 1995]. Фенотипическое проявление пигментных нарушений у растений данного сорта происходит при определенных условиях культивирования. С целью их выявления семена проращивали в течение 10 суток на фильтровальной бумаге в фитотроне при непрерывном освещении (96–120·μmol·m^{-2}·s^{-1}), температуре 35^{0}C и влажности 70%. В массиве проростков регистрировали зеленые (*w-type*) и депигментированные растения (десупрессия).

В работе использованы обозначения, общепринятые для хлорофильных мутаций: светло-зеленые (*viridsi,* V), желтые (*xantha,* X), белые (*albian*, A). Комбинированные фенотипы обозначались как зелено-светло-зеленые (NV), светло-зелено-зеленые (VN), светло-зелено-желтые (VX), светло-зелено-белые (VA), желто-зеленые (XN), желто-светло-зеленые (XV), желто-белые (XA), бело-зеленые (AN), бело-светло-зеленые (AV), причем первая буква соответствовала окраске верхней половины листа, а вторая – нижней. Обозначения фенотипов образовывались из начальных латинских букв соответствующего типа депигментации, знака >, и начальных букв соответствующего типа восстановления, например, V>N, V>VX и т.п.

Депигментированные проростки восстанавливали зеленую окраску листа (ресупрессия) с различной скоростью и двумя путями: через реверсию и репопуляцию. Окраска проростка до *w-type* путем реверсии восстанавливалась быстро при культивировании проростков при 25^{0}C в течение последующих 4 суток или медленно – более 4 суток. В других случаях восстановление происходило через репопуляцию клеток базальной части проростка: быстрое наблюдалось уже на 7-е сутки при температуре 35^{0}C, а медленное, так же как и реверсия, – при 25^{0}C. Используя различные сочетания скорости и механизмов восстановления (быстрая реверсия – медленная реверсия и быстрая репопуляция – медленная репопуляция), мы выделили несколько фенотипических групп проростков. Пигментация полностью восстанавливалась к моменту перехода растений в фазу кущения (растения-ревертанты).

В дальнейшем растения-ревертанты (функциональные ревертанты), маркированные по типу депигментации и восстановления в фазе проростков, выращивали в течение 6 лет в полевых условиях в виде клонов, полученных методом вегетативного деления материнских 2-летних особей. Каждый клон состоял из 8 растений, размещенных с расстоянием 60×60 см.

Содержание пигментов определяли у растений третьего года жизни, рассчитывая распределение и соотношение зеленых и желтых пигментов между светособирающими антенными комплексами (ССК) и реакционными центрами (РЦ) фотосистем I и II [Lichtenthaler, 1987]. Содержание и расчет концентрации хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов осуществляли по общепринятым методикам [Шлык, 1968; Методы биохимического анализа растений, 1978]. Для разделения каротиноидов использовали метод адсорбционной тонкослойной хроматографии, основанный на различной адсорбции составных частей смеси на твердом адсорбенте [Березов, Коровкин, 1990]. Извлечение пигментов [Сапожников, 1964], их фракционирование и идентификацию [Методы биохимического анализа растений, 1978; Дараселия и др., 1983; Досон и др., 1991] также проводили по стандартным методикам.

Работу виолоксантинового цикла определяли с помощью критерия эффективности деэпоксидации (КЭД) по формуле КЭД=(A+Z)/(A+Z+V), где A – количество антераксантина, Z – зеаксантина, V – виолаксантина [Elrad et al., 2002].

Эффективность работы фотосинтетического аппарата (ФСА) оценивали в полевом и лабораторном экспериментах с помощью флюориметра MINI-PAM (Walz, Германия) [Hetherington et al., 1998]. При этом использованы основные параметры, характеризующие различные стороны фотосинтетического транспорта электронов: *Fo, Fv и Fm* – основная (фоновая), переменная и максимальная флюоресценция адаптировавшихся к темноте образцов растений; *Fv/Fm* – потенциал фотохимической эффективности (потенциальный квантовый выход фотохимии); *Yield (Y)* – эффективный (фактический) выход фотохимического превращения энергии; *qP* – фотохимическое тушение; *qN* – нефотохимическое тушение; *NPQ* – часть нефотохимического

тушения хлорофилла *a*, рассеянного в виде тепла [Maxwell, Johnson, 2000].

Нетто-фотосинтез изучали с помощью портативного прибора НСМ–1000 [Германия] на растениях, достигших фазы кущения (10–12 вегетативных побегов) и выращенных в лабораторных условиях в вазонах с почвенным субстратом при температуре воздуха 25°С, его относительной влажности 50–60 %, интенсивности света 144 μмоль·м$^{-2}$·с$^{-1}$ ФАР, при фотопериоде 14 ч, температура листа 25°–28°С. Условия изучения газообмена внутри листовой камеры площадью 2,5 см^2: температура воздуха 25°С, его относительная влажность 50–60%, интенсивность света 800, 500, 300, 100 и 0 μмоль·м$^{-2}$·с$^{-1}$ ФАР. По данным эксперимента были построены световые кривые нетто-фотосинтеза [Мокроносов, 1983].

Все результаты обработаны с помощью общепринятых методов вариационной статистики (Зайцев,1984).

Результаты и обсуждение

Анализ зеленых пигментов у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью 3-го года жизни, маркированных в ювенильной фазе развития по характеру хлорофильного дефекта, показал, что у большинства фенотипов (V, VN, XN, XV, A) наблюдается повышенное содержание хлорофилла *a* в реакционных центрах (на 20–30 %) и суммарного его количества (на 13–18 %) по отношению к этим показателям у растений *w-type*. Обращает на себя внимание, что три хлорофиллдефектных фенотипа являются ранними ревертантами (VN, XN, XV), то есть восстановление пигментации у них проявляется при 35^0 путем репопуляции (табл. 1).

В отличие от зеленых пигментов количество каротиноидов в растениях оказалось зависимым от характера хлорофильного дефекта. Так, растения с фенотипами *viridis* и *xantha* характеризуются пониженным содержанием каротина (на 30–35 %), лютеина (на 20–25 %), зеа-+ антераксантина (на 13–17 %) и суммы ксантофиллов в целом (на 10 %), а с фенотипом *albina* – повышенным содержанием лютеина (на 35 %), неоксантина (на 30 %) и общего пула ксантофиллов (на 8%) (табл. 2).

Установлено, что состав зеленых пигментов растений с супрессированной хлорофиллдефектностью связан только с определенными механизмами восстановления пигментации при ресупрессии. При восстановлении хлорофильного дефекта путем репопуляции (быстрой и медленной) у растений всех фенотипических групп наблюдается увеличенное содержание хлорофилла *a* на 12–23 % в РЦ и на 22–40 % его суммарного количества. У растений-ревертантов с фенотипами *viridis* и *xantha* и с восстановлением через реверсию (быструю и медленную) отмечено снижение (в среднем на 10 %) количества хлорофилла *b* относительно *w-type* и, как следствие, снижение на 15 % суммы хлорофиллов *a+b* в ССК. Содержание зеленых пигментов (*a, b,* в ССК и в РЦ) у растений, характеризую-

Таблица 1. Содержание пигментов в растениях *Festuca pratensis,* различающихся типом хлорофильного дефекта

Фенотип	Содержание и соотношение пигментов, мг/г сырого веса						
	a	*b*	*a/b*	ССК	РЦ	*c*	*c/a*
w-type	1,14±0,05	0,49±0,01	2,33±0,07	1,13±0,08	0,55±0,04	0,29±0,01	0,25±0,02
V	**1,34±0,07***	0,55±0,05	**2,44±0,03 ***	1,21±0,11	**0,68±0,04***	**0,36±0,02***	0,27±0,01
VN	**1,31±0,05***	0,53±0,03	**2,47±0,06***	1,16±0,06	**0,67±0,02***	**0,24±0,01***	**0,18±0,02***
VX	1,15±0,07	0,47±0,02	2,45±0,05	1,04±0,05	0,59±0,05	0,26±0,02	0,23±0,01
X	1,14±0,03	**0,45±0,01***	**2,53±0,03***	**0,99±0,03***	0,60±0,02	0,31±0,09	0,27±0,01
XN	**1,30±0,01***	0,52±0,01*	**2,50±0,05***	1,15±0,03	**0,67±0,01***	0,31±0,03	0,24±0,01
XV	**1,34±0,09***	0,53±0,08	**2,53±0,05***	1,16±0,17	**0,71±0,11***	0,34±0,11	0,25±0,02
A	**1,29±0,07***	0,49±0,03	**2,63±0,10***	1,08±0,06	**0,69±0,04***	**0,35±0,03***	0,27±0,04

* Здесь и в табл. 2–4 отличия в содержании пигментов у растений с хлорофиллдефектностью от *w-type* значимы при $p<0,05$.

Таблица 2. Содержание желтых пигментов в растениях *Festuca pratensis,* различающихся типом хлорофильного дефекта

Фенотип	Содержание желтых пигментов, мг/г сырого веса						КДЭ
	каротин	лютеин	виолаксантин	зеаксантин+ антераксантин	неоксантин	сумма ксантофиллов	
w-type	0,114±0,012	0,131±0,010	0,040±0,004	0,224±0,015	0,033±0,003	0,297±0,007	0,848±0,010
V	**0,074±0,007***	**0,104±0,009***	0,039±0,003	**0,195±0,011***	0,027±0,003	**0,257±0,004***	0,847±0,007
VN	0,094±0,012	0,131±0,010	0,042±0,004	0,248±0,015	0,033±0,004	**0,323±0,009***	0,849±0,011
X	**0,077±0,007***	**0,099±0,008***	0,041±0,005	**0,185±0,014***	0,035±0,004	**0,261±0,008***	**0,820±0,013***
XN	0,122±0,012	0,126±0,011	0,041±0,003	0,228±0,017	0,035±0,003	0,304±0,011	0,853±0,016
XV	0,095±0,012	0,112±0,013	0,036±0,004	0,199±0,019	0,029±0,004	**0,264±0,013***	0,854±0,018
A	0,099±0,011	**0,177±0,007***	0,046±0,004	0,231±0,017	**0,043±0,004***	**0,320±0,008***	0,834±0,008

щихся быстрым восстановлением пигментации к *w-type* через репопуляцию, выше относительно среднего по группе фенотипов, чем при реверсии. И, напротив, при медленных реверсии и репопуляции эти же показатели оказались одинаковыми. Соотношение зеленых пигментов (*a/b*) у растений отдельных фенотипов, как и средних значений по группе фенотипов, выше, чем у *w-type* при реверсии и репопуляции (быстрой и медленной) (табл. 3).

Содержание желтых пигментов (среднее значение по группе фенотипов с тем или иным типом восстановления) у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью было ниже уровня *w-type* или не отличалось от него. Так, количество каротина оказалось на уровне, характерном для *w-type,* только при быстрой репопуляции и было снижено (на 21–38 %) при других типах восстановления: медленная репопуляция, быстрая и медленная реверсия (табл. 4).

Содержание лютеина зависело от скорости восстановления: при быстром оно достигало уровня *w-type,* а при медленном было ниже его на 15–32 %. Выявляется специфика механизмов восстановления: при быстром лютеина больше на 30–40 % (при реверсии и репопуляции соответственно) и КДЭ выше на 10 % по сравнению с медленным. При быстрой репопуляции выше (в 1,5 раза) количество каротина, зеаксантина + антераксантина (в 1,4 раза) и сумма ксантофиллов (в 1,5 раза) по сравнению с медленной репопуляцией (см. табл. 4).

Следует отметить и фенотипические особенности растений с супрессированной хлорофиллдефектностью в содержании отдельных фракций каротиноидов. Так, у растений с фенотипами *viridis* и *xantha*, независимо от скорости и путей фенотипических изменений окраски растений при ресупрессии, снижено количество каротина, лютеина, зеаксантина+антераксантина и суммы ксантофиллов. У ранних ревертантов, восстанавливающихся до нормального фенотипа (VN и XN) путем быстрой репопуляции, напротив, наблюдается количественный рост этих показателей (на 17–45 %). Растения с фенотипом *albina* характеризуются специфическим содержанием отдельных фракций каротиноидов и отличаются по ряду показателей от *viridis*- и *xantha*- фенотипов (см. табл. 4).

Потенциал фотохимической эффективности открытых центров фотосистемы II (*Fv/Fm*) достигал у растений *w-type* 0,74, что указывает на развитость ФСА. *Fv/Fm* при умеренной инсоляции в условиях лабораторного эксперимента у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью и медленной реверсией не отличался, а с медленной репопуляцией незначительно был снижен относительно *w-type*. *Yield* и *qP* на 25 % выше при медленной репопуляции, чем у растений *w-type*, величина *NPQ* снижена на 15 % (табл. 5).

Таблица 3. Содержание пигментов в растениях *Festuca pratensis,* различающихся механизмом восстановления пигментации при ресупрессии

Фенотип	Содержание и соотношение пигментов, мг/г сырого веса						
	a	*b*	*a/b*	ССК	РЦ	*c*	*c/a*
w-type	1,14±0,05	0,49±0,01	2,33±0,07	1,13±0,08	0,55±0,04	0,29±0,01	0,25±0,02
Быстрое восстановление (репопуляция) при 35°С							
VN>N, VN>VN	**1,30±0,06***	0,52±0,03	**2,54±0,04***	1,14±0,07	**0,69±0,03***	**0,25±0,02***	**0,19±0,01***
XN>N	**1,30±0,02***	0,52±0,02	**2,53±0,06***	1,14±0,04	**0,68±0,01***	0,29±0,04	0,22±0,02
XV>V, XV>VN	**1,40±0,10***	0,52±0,05	**2,79±0,08***	1,14±0,08	**0,77±0,05***	0,32±0,04	0,23±0,03
Среднее по группе	**1,33±0,06***	0,52±0,03	**2,62±0,06***	1,14±0,06	**0,71±0,003***	0,29±0,03	0,21±0,02
Медленное восстановление (репопуляция) при 25°С							
V>VN	**1,32±0,08***	0,48±0,07	**2,77±0,08***	1,06±0,05	**0,74±0,07**	**0,36±0,01***	0,27±0,03
X>XN	1,20±0,07	0,44±0,06	**2,73±0,09***	**0,97±0,07***	**0,67±0,04***	0,33±0,03	0,28±0,01
A>AV	**1,31±0,09***	0,48±0,04	**2,73±0,07***	1,06±0,08	**0,74±0,06***	0,32±0,02	0,24±0,01
Среднее по группе	**1,28±0,08***	0,47±0,06	**2,74±0,08***	1,03±0,07	**0,72±0,06***	**0,34±0,02***	0,26±0,02
Быстрое восстановление (реверсия) при 25°С							
V>N	1,02±0,09	**0,44±0,03***	2,35±0,14	**0,96±0,06***	0,49±0,08	**0,25±0,02***	0,25±0,03
X>N	1,08±0,05	**0,43±0,02***	**2,57±0,09***	**0,99±0,04***	0,58±0,04	0,32±0,03	0,30±0,01
A>V	1,16±0,06	0,44±0,04	**2,68±0,11***	0,97±0,09	**0,64±0,02***	0,32±0,09	0,28±0,05
Среднее по группе	1,09±0,06	**0,44±0,03***	**2,53±0,11***	**0,97±0,06***	0,57±0,05	0,30±0,05	0,28±0,03
Медленное восстановление (реверсия) при 25°С							
V>V	1,20±0,04	**0,45±0,02***	**2,69±0,10***	**0,99±0,05***	**0,66±0,03***	**0,40±0,04***	**0,33±0,02***
X>X	1,11±0,08	**0,43±0,03***	**2,52±0,07***	**0,96±0,07***	0,58±0,04	0,28±0,03	0,25±0,02
A>A	1,14±0,04	0,46±0,04	2,48±0,09	1,02±0,09	0,58±0,05	0,34±0,04	0,30±0,03
Среднее по группе	1,15±0,05	**0,44±0,03***	**2,56±0,09***	**0,99±0,07***	0,61±0,04	0,34±0,04	0,29±0,02

Таблица 4. Содержание каротиноидов в растениях *Festuca pratensis,* различающихся механизмом восстановления пигментации при ресупрессии

Фенотип	Содержание каротиноидов, мг/г сырого веса						КДЭ
	каротин	лютеин	виолаксантин	зеаксантин+ антераксантин	неоксантин	сумма ксантофиллов	
w-type	0,114±0,012	0,131±0,010	0,040±0,004	0,224±0,015	0,033±0,003	0,297±0,007	0,848±0,010
Быстрое восстановление (репопуляция) при 35°С							
VN>N	**0,065±0,012***	0,109±0,010*	0,038±0,004	**0,174±0,014***	0,028±0,004	**0,240±0,007***	**0,821±0,008***
VN>VN	0,123±0,011	**0,152±0,010***	0,045±0,005	**0,322±0,015***	0,037±0,004	**0,404±0,011***	**0,877±0,014***
XN>N	**0,148±0,012***	0,139±0,010	0,045±0,003	**0,257±0,015***	**0,040±0,002***	**0,342±0,010***	0,851±0,013
XN>VN, XV>V, XV>VN	0,095±0,012	0,112±0,013	0,036±0,004	0,199±0,019	0,029±0,004	**0,264±0,013***	0,854±0,018
Среднее по группе	0,108±0,014	0,128±0,011	0,047±0,004	0,238±0,016	0,038±0,004	0,323±0,010*	0,857±0,013
Медленное восстановление (репопуляция) при 25°С							
V>VN	**0,068±0,005***	**0,094±0,015***	0,033±0,006	**0,176±0,011***	**0,024±0,003***	**0,233±0,006***	0,842±0,015
X>VN, X>XV, X>AV	**0,073±0,005***	**0,085±0,011***	0,040±0,007	**0,160±0,013***	**0,044±0,002***	**0,244±0,007***	**0,805±0,014***
Среднее по группе	**0,071±0,005***	**0,089±0,013***	0,037±0,007	**0,168±0,012***	0,034±0,003	**0,251±0,007***	0,823±0,015
Быстрое восстановление (реверсия) при 25°С							
V>N	**0,086±0,013***	**0,110±0,005***	0,037±0,001	0,212±0,015	0,031±0,005	**0,280±0,004***	0,851±0,003
X>N	**0,077±0,011***	**0,101±0,009***	0,042±0,003	**0,182±0,015***	0,031±0,004	**0,255±0,011***	**0,813±0,015***
A>V	0,103±0,012	0,237±0,012*	0,050±0,004	0,253±0,020	0,028±0,002	**0,331±0,008***	0,835±0,012
Среднее по группе	**0,089±0,012***	0,149±0,009	0,039±0,003	0,215±0,016	0,030±0,004	0,285±0,007	0,845±0,10
Медленное восстановление (реверсия) при 25°С							
V>V	**0,068±0,004***	**0,107±0,006***	0,046±0,003	**0,198±0,007***	**0,027±0,001***	**0,271±0,003***	**0,812±0,004***
X>X	**0,082±0,006***	**0,112±0,006***	0,040±0,005	0,213±0,014	0,030±0,002	0,301±0,006	0,842±0,010
A>A	0,095±0,011	**0,116±0,003***	0,042±0,004	0,208±0,013	**0,058±0,006***	0,308±0,008	0,832±0,004
Среднее по группе	**0,082±0,007***	**0,111±0,005***	0,043±0,004	0,206±0,011	0,038±0,003	0,293±0,006	**0,828±0,006***

Таблица 5. Эффективность работы фотосинтетического аппарата (ФСА) растений *Festuca pratensis,* различающихся механизмом восстановления пигментации при ресупрессии

Фенотип	Показатели эффективности работы ФСА				
	Fv/Fm	*Yield*	*qP*	*qN*	*NPQ*
Лабораторный эксперимент, умеренный уровень инсоляции					
w-type	0,74+0,01	0,34+0,03	1,05+0,05	0,78+0,01	1,46+0,09
Медленная репопуляция	0,72+0,07*	0,42+0,02*	1,32+0,11*	0,78+0,01	1,26+0,07*
Медленная реверсия	0,73+0,06	0,39+0,04	1,06+0,10	0,77+0,05	1,36+0,09
Полевой эксперимент, высокий уровень инсоляции					
w-type	0,73±0,03	0,41±0,050	1,21±0,12	0,79±0,08	1,43±0,23
Медленная репопуляция	0,72±0,03	0,28±0,040*	1,50±0,08*	0,89±0,05	1,72±0,14
Быстрая реверсия	0,75±0,03*	0,34±0,027	1,25±0,09	0,78±0,05	1,53±0,09
Медленная реверсия	0,74±0,03*	0,38±0,051	1,27±0,11	0,83±0,08	1,80±0,09*

Примечание. Отличия показателей эффективности работы фотосинтетического аппарата у растений с хлорофиллдефектностью от *w-type* значимы при $p<0,05$.

Анализ световых кривых нетто-фотосинтеза листьев исследованных групп растений, различающихся механизмами восстановления пигментации при ресупрессии (быстрая и медленная репопуляция, быстрая и медленная реверсия), и у *w-type* показал, что по мере увеличения освещенности (с 100 до 800 мкмоль·м$^{-2}$·с$^{-1}$ ФАР) скорость поглощения CO_2 возрастает у растений всех групп (рис.).

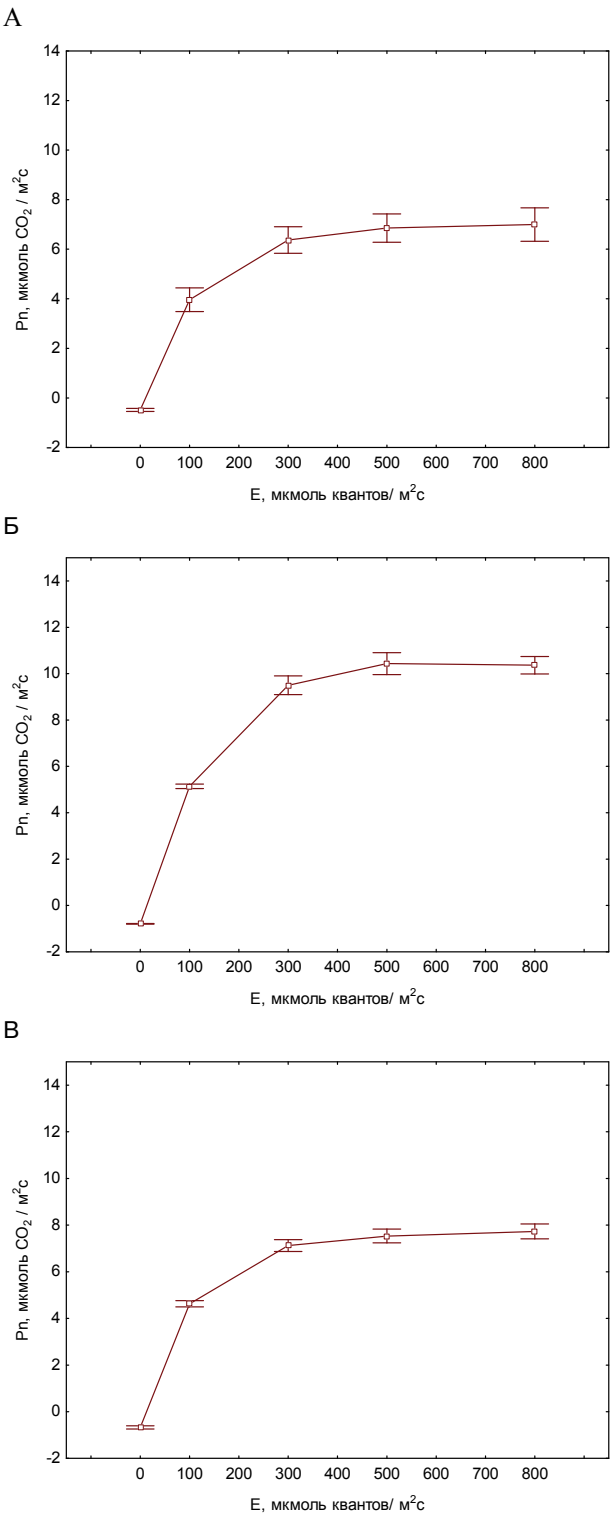
Растения с быстрой репопуляцией и реверсией к зеленому фенотипу характеризовались большим по сравнению с растениями с медленной реверсией и репопуляцией, как и с *w-type*, углом наклона прямолинейного участка световой кривой, отражающим высокую эффективность использования световой энергии в ходе фотосинтеза. Максимальные значения фотосинтеза при насыщающей интенсивности света (500–800 мкмоль·м$^{-2}$·с$^{-1}$ ФАР) на 30 % выше у растений с медленной репопуляцией по сравнению с медленной реверсией и *w-type*.

Таким образом, скорость нетто-фотосинтеза листьев растений с супрессированной хлорофиллдефектностью исследованных групп растений, различающихся механизмами восстановления пигментации, оказалась зависимой от механизма восстановления пигментации проростков при ресупрессии.

Оценка эффективности работы ФСА у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью в полевом эксперименте (высокий уровень инсоляции) показала иные результаты (см. табл. 5). При реверсии (быстрой и медленной) незначительно увеличен показатель, характеризующий потенциал фотохимической эффективности открытых центров фотосистемы II (*Fv/Fm*), а также у хлорофиллдефектных фенотипов, восстановление которых при ресупрессии проходило путем медленной репопуляции до фенотипической нормы (X>XN, A>AN). Эффективный выход фотохимического превращения энергии (*Yield*) (среднее значение по группе фенотипов) при медленной репопуляции понижен на 30 %, а для отдельных фенотипов – до 46 %, причем снижение отмечено и для растений с быстрой реверсией (X>N, A>VN). При медленной репопуляции показатель фотохимического тушения (*qP*) флуоресценции хлорофилла *a*, напротив, увеличен от 25 до 53 % как для отдельных фенотипов, так и для среднего значения по группе фенотипов. Величина нефотохимического тушения флюоресценции хлорофилла *a* (*qN*) и нефотохимического тушения в виде тепловой диссипации (*NPQ*), которая на 75 % осуществляется пигментами виолоксантинового цикла, для большинства растений с супрессированной хлорофиллдефектностью не отличается от *w-type* или превышает его уровень (X>XN, X>VX) и с определенными механизмами восстановления при ресупрессии не связана. По показателям электронного транспорта проявляется эффект хлорофиллдефектного фенотипа, выраженный в повышении (X>XN, X>VX, A>VN) или снижении (A>VN, X>N) значений относительно *w-type* (см. табл. 5). Материалы эксперимента, полученные при высокой инсоляции (полевой опыт) и характеризующие эффективность работы ФСА растений с хлорофиллдефектностью, не коррелируют с полученными при умеренной инсоляции (лабораторный опыт).

Наши результаты и имеющиеся в литературе данные по генетическому контролю синтеза зеленых [Suzuki, Bauer, 1995; Reinbothe S., Reinbothe C., 1996; Suzuki et al., 1997; Beale, 1999; Suzuki, Shioi, 1999; Eckhardt et al., 2004] и желтых [Demmig-Adams B. et al., 1990; Pogson et al., 1996; Bugos et al., 1998; Bouvier et al., 2000; Lindgren, 2003; Kato et al., 2004] пигментов позволили сформировать рабочую модель, отражающую особенности синтеза пигментов у растений *F. pratensis* с супрессированной хлорофиллдефектностью.

Как представляется, у части растений *F. pratensis* с супрессированной хлорофиллдефектностью при ресупрессии включается репопуляционное восстановление пигментации проростков (при 35 и 25°С) до *w-type*, которое проявляется в комплексном эпистатическом действии двух генов – мутантного и супрессора. При этом обеспечивается не только повышенный уровень



Световые кривые нетто-фотосинтеза у растений *Festuca pratensis*

А – *w-type*; Б – при медленной репопуляции; В – при медленной реверсии. По оси ординат – Pn, мкмоль CO_2/ $м^2$·с, по оси абсцисс – E, мкмоль квантов/$м^2$·с

хлорофилла *a* в реакционных центрах фотосистемы II, но и содержание хлорофилла *b* по сравнению как с растениями *w-type*, так и с растениями с супрессированной хлорофиллдефектностью, восстановление пигментации у которых проходило путем реверсии. Можно предположить, что в этом случае повышена активность фермента *хлорофиллид а оксигеназы* (CAO), контролирующего поздние стадии синтеза хлорофилла *a* и *b* через усиление экспрессии гена и/или через регуляторные механизмы, к числу которых относится и эпистатическое действие мутантного гена и гена-супрессора и обеспечивается синтез зеленых пигментов на уровне «фенотипической нормы» (*w-type*), или повышенный уровень хлорофилла *a*. Репопуляционное восстановление, как показано выше, проявляется при умеренной освещенности прежде всего по эффективности работы ФСА (интенсивности фотосинтеза, эффективному выходу фотохимического превращения энергии и фотохимическому тушению хлорофилла *a*, а также по другим показателям роста и развития растений (табл. 6).

Такая картина свойственна не всем растениям с супрессированной хлорофиллдефектностью. У большей части растений при ресупрессии наблюдается реверсия (восстановление только при 25°C) окраски проростков до фенотипической нормы (зеленая окраска проростка, внешне не отличимая от *w-type*) или до хлорофиллдефектного фенотипа с менее глубоким типом депигментации, например, X>V, A>V. У таких растений содержание хлорофилла *a* сохраняется на уровне «фенотипической нормы» (*w-type*), а хлорофилла *b*, выполняющего функции светособирающего и фотозащитного пигмента [Eggink et al., 2001], понижено и соответственно уменьшен общий уровень зеленых пигментов в ССК фотосистемы II. Можно предположить, что этот уровень хлорофилла *b* связан как со снижением экспрессии генов, контролирующих поздние стадии синтеза хлорофилла *b*, так и/или со взаимным превращением хлорофиллов *a* и *b* в хлорофилловом цикле, в частности с понижением активности фермента CAO (Folly, Engel, 1999; Masuda, et al., 2002; Rudiger, 2002). У некоторых видов высших растений обнаружены мутанты, характеризующиеся низким содержанием хлорофилла *b*, вызванного снижением экспрессии гена, кодирующего CAO [Greene et al., 1988; Knoetzel, Simpson, 1991; Król et al., 1995; Falbel, Staehelin, 1996; Montané et al., 1998; Tanaka et al., 1998; Espineda et al., 1999; Mochizuki et al., 2001; Larkin et al., 2003].

Таблица 6. Зависимость экспрессии физиологических признаков от путей фенотипических изменений окраски проростков при ресупрессии у растений *Festuca pratensis* с супрессированной хлорофиллдефектностью на разных этапах их онтогенеза

Признак	Пути фенотипических изменений окраски проростков при ресупрессии			
	репопуляция		реверсия	
	быстрая	медленная	быстрая	медленная
Показатели физиологического состояния ФСА в генеративную фазу развития растений				
a	>	>	=	=
b	=	=	<↕	<↕
a/b	>	>	>	>
ССК	=	=↕	<	<
РЦ	>	>	=↕	=↕
c	=↕	>↕	=↕	=↕
c/a	=↕	=	=	=↕
Каротин	=↕	<	<↕	<↕
Лютеин	=↕	<	=↕	<↕
Виолаксантин	=	=↕	=	=
Зеаксантин + антераксантин	=↕	<	=↕	=↕
Неоксантин	=↕	=↕	=	=↕
Сумма ксантофиллов	>↕	<	=↕	=↕
КДЭ	=↕	=↕	=↕	<↕
Fv/Fm	–	=↕	>↕	>↕
Yield	–	<	=↕	=
qP	–	>↕	=↕	=
qN	–	=↕	=	=
NPQ	–	=↕	=	>↕
Показатели физиологического состояния ФСА в вегетативную фазу развития растений				
Нетто-фотосинтез (по интенсивности поглощения CO_2)	–	>	–	=
Fv/Fm	–	<	–	=
Yield	–	>	–	=
qP	–	>	–	=
qN	–	=	–	=
NPQ	–	<	–	=

Примечание. Значения признаков у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью: = не отличаются, > превышают (при $p<0,05$), < ниже (при $p<0,05$), чем у растений *w-type*, ↕ – выражен эффект хлорофиллдефектного фенотипа.

Мутантный ген, даже под прикрытием гена-супрессора, существенно затрагивает пути превращения каротиноидов. Сниженный уровень каротинов и лютеина почти при всех типах восстановления (при медленной репопуляции, медленной и быстрой реверсии) позволяет предположить, что у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью понижена экспрессия генов, контролирующих синтез отдельных или ряда ферментов *Lycopene β-Cyclase* (LCY-b), *Lycopene ε-Cyclase* (LCY-e), *β-Carotene Hydroxylase* (BCH), *ε-Carotene Hydroxylase* (ECH), которые кодируются ядерными генами, а трансляция осуществляется в хлоропластах [Bartley, Scolnlk, 1995].

Эти же ферменты участвуют и в синтезе пигментов ксантофиллового цикла зеаксантина и антераксантина, уровень которых также понижен у растений отдельных фенотипических групп (медленная репопуляция). Действие мутантного гена у растений с супрессированной хлорофиллдефектностью, как представляется, не сказывается на активности *Zeaxanthin Epoxidase* (ZEP) – содержание виолоксантина на уровне растений дикого типа и отсутствует зависимость от хлорофиллдефектного фенотипа, а также незначительно сказывается на активности *Violaxanthin De-epoxidase* (VDE). Нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла *a* (NPQ) при высокой инсоляции находится на уровне растений дикого типа. Снижена активность и *Neoxanthin Synthase* (NXS) – средние значения ссодержания неоксантина по типам восстановления не отличаются от растений *w-type*, хотя у отдельных фенотипов наблюдаются колебания его уровня (см. табл. 6).

Таким образом, температурозависимая хлорофиллдефектность у растений *F. pratensis* не только сопровождается структурными изменениями хлоропластов и митохондрий [Венжик и др., 2002], но и затрагивает пути синтеза вспомогательных светособирающих и фотозащитных зеленых (хлорофилла *b*) и желтых (каротинов, лютеина и ксантофиллов) пигментов, снижая уровень экспрессии генов, контролирующих их образование. При реверсии (быстрой и медленной) незначительно увеличен показатель, характеризующий потенциал фотохимической эффективности открытых центров фотосистемы II. При медленной репопуляции показатель фотохимического тушения (*qP*) флуоресценции хлорофилла *a* увеличен, а показатели нефотохимического тушения флюоресценции хлорофилла *a* (qN) и нефотохимического тушения в виде тепловой диссипации (*NPQ*) для большинства растений с супрессированной хлорофиллдефектностью не отличаются от *w-type* или превышают его уровень и с определенными механизмами восстановления при ресупрессии не связаны. Эффект хлорофиллдефектного фенотипа, выраженный в повышении или снижении значений относительно *w-type,* проявляется по показателям, характеризующим транспорт электронов в хлоропластах. Ген-супрессор лишь частично подавляет действие мутантного гена, что отражается на уровне приспособленности и ее компонентах – выживаемости и репродуктивной способности растений с супрессированной хлорофиллдефектностью. Механизмы восстановления пигментации при ресупрессии являются важным элементом феноменологии супрессированной хлорофиллдефектности.

Литература

Берёзов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биохимия. М.: Медицина, 1990. 543 с.

Венжик Ю. В., Николаевская Т. С., Олимпиенко Г. С. и др. Особенности структуры клеток мезофилла у хлорофиллдефектных мутантов *Festuca pratensis (*Poaceae*)* // Ботан. журн. 2002. Т. 87, № 12. С. 48–58.

Винниченко Е. Ф. Многолетние травы – основной источник кормов. Петрозаводск, 1967. 151 с.

Дараселия Г. Я. Выделение и идентификация каротиноидных пигментов микобактерий // Методы биохимических исследований растений. Тбилиси, 1983. С. 92–100.

Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991. 543 с.

Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1984. 424 с.

Лебедева О. Н., Олимпиенко Г. С., Каичева Т. Н., Михайлова Т. Н. Авторское свидетельство на сорт овсяницы луговой «Онежская». Патент № 6675 от 05.05.1995 г.

Методы биохимического анализа растений / Ред. В. В. Полевой и Г. Б. Максимов. Л.: изд-во Ленинградского ун-та, 1978. 192 с.

Мокроносов А. М. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. М.: Наука, 1983. 64 с.

Найлэн Р. А. Природа индуцированных мутаций у высших растений // Генетика. 1967, № 3. С. 3–21.

Олимпиенко Г. С., Титов А. Ф., Митрофанов Ю. А. Депигментация проростков овсяницы луговой под влиянием температуры // Генетика. 1976. Т. 12, № 1. С. 153–155.

Сапожников Д. И. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования. М.; Л.: Наука. 1964. 120 с.

Титов А. Ф., Олимпиенко Г. С. Частота хлорофиллдефектных проростков в селекционных потомствах овсяницы луговой *(Festuca pratensis* Huds.*)* // Генетика. 1976. Т. 12, № 2. С. 162–164.

Титов А. Ф., Олимпиенко Г. С., Павлова Н. А. О возможной селективной ценности температурочувствительных хлорофильных мутаций у овсяницы луговой // Журн. общ. биологии. 1978. Т. 39, № 4. С. 628–632.

Шлык А. А. О спектрофотометрическом определении хлорофиллов *a* и *b* // Биохимия. 1968. Т. 33, вып. 2. С. 275–295.

Bartley G. E., Scolnlk P. A. Plant Carotenoids: Pigments for Photoprotection, Visual Attraction, and Human Health // The Plant Cell. 1995. Vol. 7. P. 1027–1038.

Beale S. I. Enzymes of chlorophyll biosynthesis // Photosynth. Res. 1999. Vol. 60. P. 43–73.

Bouvier F., Hugueney P., d`Harlingue A. et al. Identification of neoxanthin synthase as a carotenoid cyclase paralog // Eur J. Biochem. 2000. Vol. 267. P. 6346–6352.

Bugos R. C., Hieber A. D., Yamamoto H. Y. Xanthophyll cycle enzymes are members of the lipocalin family, the first identified from plants // J. Biol Chem. 1998. Vol. 273. P. 15321–15324.

Demmig-Adams B., Gilmore A. M., Adams W. W. Carotenoids: III. *In vivo* function of carotenoids in higher plants // FASEB. 1996. Vol. 10. P. 403–412.

Demmig-Adams B., Adams III W.W., Heber U. et al. Inhibition of zeaxanthin formation and of rapid changes in radiation less energy dissipation by dithiothreitol in spinach leaves and chloroplasts // Plant Physiol. 1990. Vol. 92. P. 293–301.

Eckhardt U., Grimm B., Hőrtensteiner S. Recent advances in chlorophyll biosynthesis and breakdown in higher plants // Plant Mol. Biol. 2004. Vol. 56. P. 1–14.

Eggink L. L., Park H., Hoober J. K. The role of chlorophyll *b* in photosynthesis: Hypothesis // BMC Plant Biol. 2001. Vol. 1:2.

Elrad D., Niyogi K. K., Grossman A. R. A major light-harvesting polypeptide of photosystem II functions is thermal dissipation // Plant Cell. 2002. Vol. 14. P. 1801–1816.

Espineda C. E., Linford A. S., Devine D., Brusslan J. A. The at CAO-gene, encoding chlorophyll *a* oxygenase, is required for chlorophyll *b* synthesis in *Arabidopsis thaliana* // Proc Natl. Acad. Sci. USA. 1999. Vol. 96. P. 10507–10511.

Falbel T. G., Staehelin L. A. Partial blocks in the early steps of the chlorophyll synthesis pathway: a common feature of chlorophyll b-deficient mutants // Plant Physiol. 1996. Vol. 97. P. 311–320.

Folly P., Engel N. Chlorophyll *b* to Chlorophyll a Conversion Precedes Chlorophyll Degradation in *Hordeum vulgare* L. // J. Biol. Chem. 1999. Vol. 274. P. 21811–21816.

Greene B. A., Allred D. R., Morishige D.G., Stacheli L. A. Hierarhial responce of light-harvesting chlorophyll proteins in a light-harvesting chlorophyll-b-deficient mutants maize // Plant Physiol. 1988. Vol. 87. P. 357–364.

Hetherington S. E., Smille R. M., Davies W. J. Photosynthetic activities of vegetative and fruiting tissues of tomato // J. Exp. Botany. 1998. Vol. 49. P. 1173–1181.

Kato M., IkomaY., Matsumoto H. et al. Accumulation of Carotenoids and Expression of Carotenoid Biosynthetic Genes during Maturation in Citrus Fruit1 // Plant Physiol. 2004. Vol. 134. P. 824–837.

Knoetzel J., Simpson D. Expression and organization of antenna proteins in the light- and temperature-sensitive barley mutant chlorina104 // Planta. 1991. Vol. 185. P. 111–123.

Król M., Spangfort M. D., Huner N. P. A. et al. Chlorophyll a/b-binding proteins, pigment conversions, and early light-induced proteins in a chlorophyll b-less barley mutan // Plant Physiol. 1995. Vol. 107. P. 873–883.

Larkin R. M., Alonso J. M., Ecker J. R., Chory J. GUN4, a Regulator of Chlorophyll Synthesis and Intracellular Signaling // Scieice. 2003. Vol. 299. P. 902–906.

Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carotenoids – pigments of photosynthetic biomembranes // Methods in enzymology. San Diego; New York; Berceley; Boston; London–Sydney; Tokyo; Toronto: Acad. Press, 1987. Vol. 148. P. 350–382.

Lindgren O. Carotenoid Biosynthesis in Seed of *Arabidopsis thaliana*: doctoral thesis... Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2003. 33 p.

Masuda T., Tanaka A., Melis A. Chlorophyll antenna size adjustments by irradiance in Dunaliella salina involve coordinate regulation of chlorophyll a oxygenase (CAO) and Lhcb gene expression // Proceedings of the 2002 U.S. DOE Hydrogen Program Review. 2002. P. 1–22.

Maxwell K., Johnson G.N. Chlorophyll fluorescence-a practical guide // J. Exp. Botany. 2000. Vol. 51. P. 659–668.

Mochizuki N., Brusslan J. A., Larkin R. et al. Arabidopsis genome uncoupled 5 (gun5) mutant reveals the involvement of Mg-chelatase H subunit in plastid-to-nucleus signal transduction // Proc Natl. Acad. Sci. USA. 2001. Vol. 98. P. 2053–2058.

Montané M.-H., Tardy F., Kloppstech K., Havaux M. Differential control of xanthophylls and light-induced stress proteins, as opposed to light-harvesting chlorophyll *a/b* proteins, during photosynthetic acclimation of barley leaves to light irradiance // Plant Physiol. 1998. Vol. 118. P. 227–235.

Niyogi K. K. Photoprotection revisited: Genetic and molecular approaches // Annu Rev. Plant Physiol. & Mol. Biol. 1999. Vol. 50. P. 333–359.

Pogson B. J., McDonald K. A., Truong M. et al. Arabidopsis carotenoid mutants demonstrate that lutein is not essential for photosynthesis in higher plants // Plant Cell. 1996. Vol. 8. P. 1627–1639.

Reinbothe S., Reinbothe C. The regulation of enzymes involved in chlorophyll biosynthesis // Eur. J. Biochem. 1996. Vol. 237. P. 323–243.

Rudiger W. Biosynthesis of chlorophyll *b* and the chlorophyll cycle // Photosynth. Res. 2002. Vol. 74. P. 187–193.

Suzuki J. Y., Bauer C. E. Altered monovinyl and divinyl protochlorophyllide pools in bch J mutants of *Rhodobacter capsulatus*. Possible monovinyl substrate discrimination of light-independent protochlorophyllide reductase // J. Biol. Chem. 1995. Vol. 270. P. 3732–3740.

Suzuki J. Y., Bollivar D. W., Bauer C. E. Genetic analysis of chlorophyll biosynthesis // Ann. Rev. Genet. 1997. Vol. 31. P. 61–89.

Suzuki J. Y., Shioi Y. Detection of chlorophyll breakdown products in the senescent leaves of higher plants // Plant Cell Physiol. 1999. Vol. 40. P. 909–915.

Suzuki J. Y., Doi M., Shioi Y. Two enzymatic reaction pathways in the formation of pyropheophorbide *a* // Photosynth. Res. 2002. Vol. 74. P. 225–233.

Tanaka A., Ito H., Tanaka R. et al. Chlorophyll *a* oxygenase (CAO) is involved in chlorophyll *b* formation from chlorophyll *a* // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1998. Vol. 95. P. 12719–12723.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лебедева Ольга Николаевна
зам. директора по научной работе, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: lebedeva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 774682

Титов Александр Федорович
Председатель КарНЦ РАН, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: titov@krc.karelia.ru

Николаевская Татьяна Сергеевна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nicoltn@mail.ru
тел. (8142) 573107

Стафеева Елена Борисовна
младший научный сотрудник
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: stafeevalena@mail.ru
тел. (8142) 573107

Lebedeva, Olga
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lebedeva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 774682

Titov, Aleksandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: titov@krc.karelia.ru

Nikolaevskaya, Tatiana
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nicoltn@mail.ru
tel. (8142) 573107

Stafeeva, Elena
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: stafeevalena@mail.ru
tel. (8142) 573107

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 88–96.

УДК 575.113, 616.1(470.22)

СВЯЗЬ ПОЛИМОРФНЫХ МАРКЕРОВ 3111T/C И 843T/C ГЕНА *CLOCK* С РИСКОМ РАЗВИТИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА У ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

И. В. Макеева[1], С. Н. Коломейчук[1], Л. В. Топчиева[1], В. А. Корнева[2], Н. Н. Немова[1]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Петрозаводский государственный университет*

Изучена связь полиморфных маркеров 3111T/C и 843T/C гена *CLOCK* с риском развития эссенциальной артериальной гипертензии (ЭАГ) и ишемической болезни сердца (ИБС) у жителей Республики Карелия. Показано достоверное различие в распределении частот генотипов указанных маркеров у пациентов, страдающих ЭАГ и ИБС, и у людей без клинических проявлений этих заболеваний. Обнаружено, что у мужчин, имеющих генотип CC по данным полиморфным маркерам, достоверно повышен риск развития ЭАГ и ИБС.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, эссенциальная артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, гены циркадного ритма, полиморфизм.

I. V. Makeeva, S. N. Kolomeichuk, L. V. Topchieva, V. A. Korneva, N. N. Nemova. ASSOCIATION OF 3111T/C AND 843T/C POLYMORPHISMS OF THE *CLOCK* GENE WITH THE RISK OF ESSENTIAL HYPERTENSION AND CORONARY ARTERY DISEASE DEVELOPMENT IN A SAMPLE OF THE RUSSIAN POPULATION (REPUBLIC OF KARELIA)

Allele and genotype frequency distribution of 3111T/C and 843T/C polymorphisms of the *CLOCK* gene was studied among patients with essential hypertension, coronary artery disease and healthy volunteers from Republic of Karelia. It was shown that the distribution of genotype frequencies was different in patients with these cardiovascular diseases and in the control group. The presence of the CC genotype of 3111T/C and 843T/C polymorphisms results in increased risk of essential hypertension and coronary heart disease in the male population of Karelia.

Key words: cardiovascular diseases, essential hypertension, coronary heart disease, circadian genes, polymorphism.

Введение

Сердечно-сосудистые патологии относятся к полигенным заболеваниям со сложным формированием фенотипа. В настоящее время отобрано около 50 генов-кандидатов, которые имеют полиморфные сайты и вносят вклад в кардиоваскулярные расстройства. Например, к

ним относятся гены ренин-ангиотензиновой системы (ангиотензиногена, ангиотензиноген-превращающего фермента и др.), аполипопротеина Е, эндотелиальной NO-синтазы, матриксной металлопротеиназы-3. Вместе с тем в качестве генов-кандидатов, играющих роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний, ранее не рассматривались циркадные гены. Тем не менее известно, что практически все физиологические процессы организма, в том числе сердечный ритм, артериальное давление и многие показатели, участвующие в процессах тромбообразования и тромболизиса, подвержены суточным колебаниям [Andrews et al., 1996; Otto et al., 2004]. Обострение сердечно-сосудистых заболеваний, как правило, наблюдается в определенные часы. Например, время начала инфаркта миокарда у людей чаще приходится на период с 6.00 до 12.00, реже – с 3.00 до 6.00 [Cohen et al., 1997]. Это связано с активацией сердечно-сосудистой системы перед пробуждением, в регуляции которой участвуют гены циркадных ритмов.

Суточная периодичность физиологических показателей и процессов сердечно-сосудистой системы обусловлена циркадными изменениями экспрессии многих генов, участвующих в поддержании структурной целостности сосудов и их метаболизма [Rudic et al., 2005]. Суточные колебания экспрессии этих генов регулируются генами циркадных ритмов, поэтому следует ожидать, что мутации в циркадных генах могут вносить определенный вклад в развитие кардиоваскулярных патологий. На данный момент имеются немногочисленные литературные данные, подтверждающие это предположение. Например, на мышах показано, что мутация гена *Clock* вызывает патологическое ремоделирование и повреждение сосудов, а нокаут гена *Bmal1* приводит к накоплению коллагена в сосудах, повышению чувствительности к тромбозу и дисфункции эндотелия (реактивному ответу на действие вазорелаксантов) [Anea et al., 2009]. Вместе с тем роль циркадных генов в развитии сердечно-сосудистых патологий практически не изучена. Также пока неясны и механизмы, через которые они влияют на формирование этих заболеваний.

Ген *CLOCK*, кодирующий позитивный транскрипционный фактор CLOCK, относится к числу основных генов циркадных ритмов. Белок CLOCK вместе с обязательным партнером BMAL1, продуктом гена *BMAL1*, образует трансактивационный димер, действующий на промотор управляемых генов [Von Schantz, 2008].

Ген *CLOCK* содержит множество полиморфных сайтов как в транслируемой, так и в нетранслируемой области. Большое число работ посвящено изучению роли полиморфизма 3111T/C 3'-нетранслируемой области (3'-НТО) гена *CLOCK*. Экспериментально доказана его связь с риском ожирения [Monteleone et al., 2008], психическими заболеваниями [Benedetti et al., 2008; Voinescu, 2009], бессонницей [Serretti et al., 2003; Benedetti et al., 2007] и предпочтением тому или иному режиму снабодрствования [Katzenberg et al., 1998; Mishima et al., 2005; Friedman et al., 2009]. Функциональная роль этого полиморфизма до сих пор не изучена. Вероятно, он также может влиять и на развитие сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). В нашей работе мы исследуем влияние этого полиморфизма, а также полиморфизма в транслируемой части гена *CLOCK* (однонуклеотидная замена в 9 экзоне) на развитие кардиоваскулярных расстройств.

По данным Росстата, в структуре смертности по Республике Карелия в 2009 г. 57% составили заболевания сердечно-сосудистой системы. Заболеваемость артериальной гипертонией по Карелии существенно выше, чем в среднем по России.

Карелия является регионом с неблагоприятным световым режимом и высокой смертностью от ССЗ, поэтому изучение влияния генов циркадного ритма на развитие кардиоваскулярных расстройств у жителей этого региона представляется нам особенно актуальным.

Цель работы – изучение роли полиморфизма 3111T/C 3'-нетранслируемой области гена *CLOCK* и полиморфизма 843T/C в экзоне 9 гена *CLOCK* в развитии эссенциальной артериальной гипертензии (ЭАГ) и ишемической болезни сердца (ИБС) у жителей Республики Карелия.

Материалы и методы

В работе использованы образцы крови 261 донора без клинических проявлений и диагнозов ЭАГ и ИБС (контрольная группа), 233 образца крови больных с диагнозом ЭАГ и 226 образцов крови больных с диагнозом ИБС. Диагнозы ЭАГ и ИБС устанавливали в соответствии и с учетом клинических рекомендаций ВНОК. Средний возраст пациентов с диагнозом ЭАГ составлял 59,4±14,1 года, с диагнозом ИБС – 61,8±13,6 года. Средний возраст людей из контрольной группы – 55±17,4 года. ДНК выделяли из 200 мкл венозной крови пациентов с помощью набора для выделения геномной ДНК AxyPrep Blood Genomic DNA Miniprep Kit (Axygen, США) согласно инструкциям производителя.

Участок гена *CLOCK*, содержащий маркер 3111T/C, амплифицировали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) со следующими

праймерами: прямой 5'-tccagcagtttcatgagatgc-3', обратный 5'-gaggtcatttcatagctgagc-3' («Синтол», Россия) [Desan et al., 2000]. Смесь для амплификации содержала по 10 пМ каждого из праймеров, 2мкл 10□ПЦР буфера, 1 мМ каждого dNTP и 0,5 ед. Taq-полимеразы («Силекс», Россия). ПЦР проводили на приборе Robocycler (Stratagene, США) по программе: 3 мин денатурация при 94°С, а затем 35 повторяющихся циклов в режиме: 94°С – 1 мин, 59°С – 1 мин, 72°С – 1мин. Полученный ПЦР продукт (220 п.н.) подвергали обработке рестриктазой *MhlI* («Сибэнзим», Россия) для идентификации аллелей Т (220 п.н.) и С (125 и 95 п.н.) (рис. 1). Условия проведения ПЦР и рестрикции описаны ранее [Desan et al., 2000].

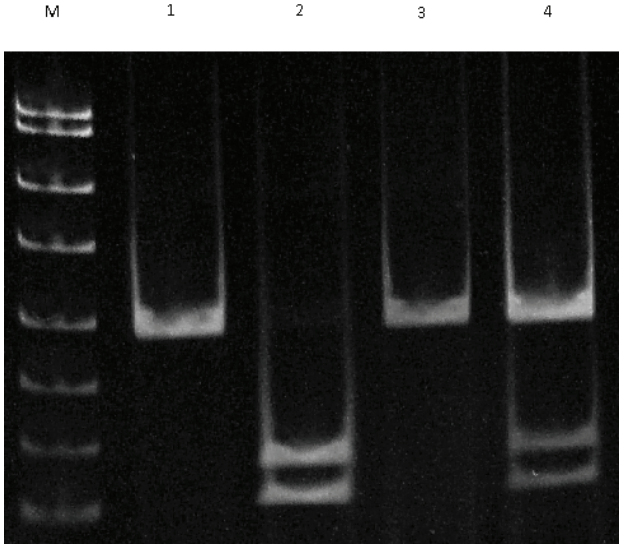


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов рестрикции ПЦР-фрагментов гена *CLOCK*, полиморфного в позиции 3111

Здесь и на рис. 2: М – pUC/MspI; 1, 3 – генотип ТТ, 2 – генотип СС, 4 – генотип ТС

Участок гена *CLOCK*, содержащий маркер 843Т/С, амплифицировали со следующими праймерами: прямой 5'- atttatcaggctttcaaggtca-3', обратный 5'-atgggagtccaggatttatt-3' («Синтол», Россия). Праймеры сконструированы с помощью программы Primer Premier 5. Смесь для амплификации содержала по 10 пМ каждого из праймеров, 2мкл 10□ПЦР буфера, 1 мМ каждого dNTP и 0,5 ед. Taq-полимеразы («Силекс», Россия). ПЦР проводили на приборе Robocycler (Stratagene, США) по программе: 3 мин денатурация при 94°С, а затем 35 повторяющихся циклов в режиме: 94°С – 1 мин, 62°С –1 мин, 72°С – 1мин. Полученный ПЦР продукт (575 п.н.) подвергали обработке рестриктазой *RsaI* («Сибэнзим», Россия) для идентификации аллелей Т (427 и 156 п.н.) и С (295, 132 и 156 п.н.) (рис. 2).

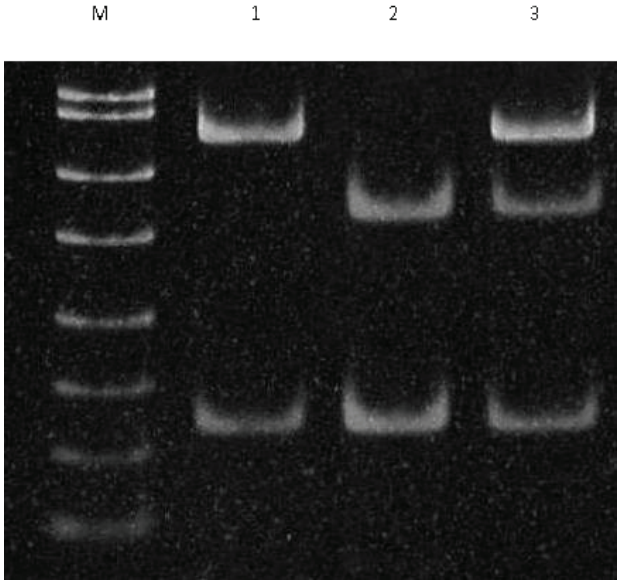


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов рестрикции ПЦР-фрагментов гена *CLOCK*, полиморфного в позиции 843

Продукты рестрикции разделяли в 6%-м полиакриламидном геле, окрашенном бромистым этидием, и визуализировали с помощью системы Kodak EDAS 290 (Kodak, США). Статистический анализ данных осуществляли с помощью пакета программ MS Excel. Достоверность различий частот аллелей и генотипов в группах оценивали с помощью критерия χ^2. Достоверным считали уровень значимости $P < 0,05$. Для оценки риска заболевания рассчитывали соотношение шансов OR.

Результаты и обсуждение

Впервые получены результаты по частоте однонуклеотидного полиморфизма 3'-нетранслируемой области гена *CLOCK* у жителей Республики Карелия. Распределение частот аллелей и генотипов полиморфного маркера 3111Т/С гена *CLOCK* у жителей Республики Карелия близко к распределению, характерному для европейского населения [Robilliard et al., 2002].

В настоящей работе обнаружены достоверные различия в распределении частот генотипов полиморфного маркера 3111Т/С гена *CLOCK* в группах больных эссенциальной артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и контрольной группе (табл. 1, 2). У пациентов с диагнозами ЭАГ и ИБС значительно ниже частота генотипа ТТ и выше – генотипа ТС. Встречаемость генотипа СС во всех группах практически одина-

ковая, однако анализ распределения полиморфного маркера 3111T/C гена *CLOCK* в зависимости от пола показал, что среди мужчин, страдающих ЭАГ и ИБС, достоверно больше носителей генотипа CC, чем среди мужчин контрольной группы. У женщин, напротив, частота генотипа CC оказалась значительно выше в контрольной группе, чем в группе больных ЭАГ и ИБС.

Таблица 1. Распределение аллелей и генотипов по полиморфному маркеру 3111T/C гена *CLOCK* у здоровых и больных ЭАГ людей

		Контрольная выборка n=224	Больные ЭАГ n=233
Аллели	T	0,70	0,65
	C	0,30	0,35
Критерий χ^2=1,46 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,51	0,37
	TC	0,38	0,55
	CC	0,11	0,08
Критерий χ^2= 13,98 (P < 0,05)			
		Женщины, контрольная выборка n=126	Женщины, больные ЭАГ n=117
Аллели	T	0,68	0,71
	C	0,32	0,29
Критерий χ^2=0,35 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,49	0,46
	TC	0,37	0,50
	CC	0,13	0,04
Критерий χ^2= 7,93 (P < 0,05)			
		Мужчины, контрольная выборка n=98	Мужчины, больные ЭАГ n=116
Аллели	T	0,73	0,59
	C	0,27	0,41
Критерий χ^2= 5,18 (P < 0,05)			
Генотипы	TT	0,54	0,28
	TC	0,38	0,60
	CC	0,08	0,11
Критерий χ^2= 14,61 (P < 0,05)			

Таблица 2. Распределение аллелей и генотипов по полиморфному маркеру 3111T/C гена *CLOCK* у здоровых и больных ИБС людей

		Контрольная выборка n=224	Больные ИБС n=226
Аллели	T	0,71	0,64
	C	0,29	0,36
Критерий χ^2=2,35 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,48	0,36
	TC	0,42	0,56
	CC	0,10	0,08
Критерий χ^2= 8,61 (P < 0,05)			
		Женщины, контрольная выборка n=128	Женщины, больные ИБС n=112
Аллели	T	0,69	0,69
	C	0,31	0,31
Критерий χ^2=0,001 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,43	0,42
	TC	0,45	0,54
	CC	0,12	0,04
Критерий χ^2= 6,19 (P < 0,05)			
		Мужчины, контрольная выборка n=98	Мужчины, больные ИБС n=114
Аллели	T	0,73	0,59
	C	0,27	0,41
Критерий χ^2=4,76 (P < 0,05)			
Генотипы	TT	0,55	0,31
	TC	0,37	0,57
	CC	0,08	0,12
Критерий χ^2= 12,89 (P < 0,05)			

Таким образом, нами обнаружена взаимосвязь между развитием ЭАГ и ИБС и полиморфным маркером 3111T/C 3'-НТО гена *CLOCK* у населения Карелии. У мужчин, имеющих генотип СС, достоверно повышен риск возникновения ЭАГ (OR = 1,49) и ИБС (OR = 1,57). В группе женщин, страдающих данными сердечно-сосудистыми заболеваниями, частота этого генотипа, напротив, значительно ниже, чем в контрольной группе.

Подобные результаты были получены в исследовании взаимосвязи аффективного расстройства и полиморфизма 3111T/C гена *CLOCK* [Bailer et al., 2005]. При сравнении частот и генотипов у мужчин и женщин, страдающих аффективным расстройством, авторами выявлена тенденция повышения частоты встречаемости аллеля С и генотипа СС у больных мужчин.

Для ряда генов, участвующих в развитии ССЗ, показано, что патологический аллель может проявляться либо у мужчин, либо у женщин. Например, наличие в генотипе аллеля ε4 гена аполипопротеина Е может способствовать развитию гиперлипопротеинемии и атеросклероза, причем у женщин в большей степени, чем у мужчин [Heng et al., 1995].

Роль 3111T/C 3'-НТО полиморфного маркера гена *CLOCK* в развитии кардиоваскулярных расстройств до сих пор не изучена. Более вероятным результатом изменения нуклеотидной последовательности в регуляторной части гена представляется не нарушение структуры и функций кодируемых белков, а изменение уровня транскрипции и трансляции мРНК. Это предположение можно подтвердить данными по влиянию изменения структуры 3'-НТО некоторых генов на уровень их экспрессии [Tiret et al., 2005], на стабильность мРНК [Woo et al., 2009]. В экспериментах на линейных мышах показано, что стабильность мРНК циркадных генов *Per2* и *Per3* зависит от наличия в 3'-НТО гена сайтов взаимодействия с РНК-связывающим белком PTB, который регулирует деградацию данной мРНК [Woo et al., 2009]. Также имеются данные о том, что регуляторные элементы 3'-НТО играют важную роль в локализации мРНК и посттрансляционных изменениях, например, при синтезе селенопротеина [Hesketh, 2004].

В настоящей работе впервые получены результаты по частоте однонуклеотидного полиморфизма 843T/C в экзоне 9 гена *CLOCK* у жителей Республики Карелия. В группах больных эссенциальной артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и контрольной группе обнаружены достоверные различия в распределении частот генотипов полиморфного маркера 843T/C гена *CLOCK* при практически равных частотах аллелей (табл. 3, 4). У людей контрольной группы значительно выше частота гетерозигот, в то время как в группах пациентов с диагнозами ЭАГ и ИБС повышена встречаемость генотипов ТТ и СС.

Таблица 3. Распределение аллелей и генотипов по полиморфному маркеру 843T/C гена *CLOCK* у здоровых и больных ЭАГ людей

		Контрольная выборка n=174	Больные ЭАГ n=173
Аллели	T	0,38	0,36
	C	0,62	0,64
Критерий χ^2=0,21 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,10	0,16
	TC	0,56	0,39
	CC	0,34	0,45
Критерий χ^2= 11,15 (P < 0,05)			
		Женщины, контрольная выборка n=88	Женщины, больные ЭАГ n=89
Аллели	T	0,33	0,35
	C	0,67	0,65
Критерий χ^2=0,07 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,07	0,15
	TC	0,52	0,40
	CC	0,41	0,45
Критерий χ^2= 4,00 (P > 0,05)			
		Мужчины, контрольная выборка n=86	Мужчины, больные ЭАГ n=84
Аллели	T	0,43	0,36
	C	0,57	0,64
Критерий χ^2= 0,87 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,13	0,18
	TC	0,60	0,37
	CC	0,27	0,45
Критерий χ^2= 9,60 (P < 0,05)			

Таблица 4. Распределение аллелей и генотипов по полиморфному маркеру 843T/C гена *CLOCK* у здоровых и больных ИБС людей

		Контрольная выборка n=174	Больные ИБС n=164
Аллели	T	0,38	0,39
	C	0,62	0,61
Критерий χ^2=0,04 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,10	0,18
	TC	0,56	0,41
	CC	0,34	0,40
Критерий χ^2= 9,12 (P < 0,05)			
		Женщины, контрольная выборка n=88	Женщины, больные ИБС n=78
Аллели	T	0,33	0,40
	C	0,67	0,60
Критерий χ^2=0,99 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,07	0,17
	TC	0,52	0,47
	CC	0,41	0,36
Критерий χ^2= 3,97 (P > 0,05)			
		Мужчины, контрольная выборка n=86	Мужчины, больные ИБС n=86
Аллели	T	0,43	0,38
	C	0,57	0,62
Критерий χ^2=0,49 (P > 0,05)			
Генотипы	TT	0,13	0,20
	TC	0,60	0,36
	CC	0,27	0,44
Критерий χ^2= 10,29 (P < 0,05)			

Анализ распределения полиморфного маркера 843T/C гена *CLOCK* в зависимости от пола показал, что среди мужчин контрольной группы частота встречаемости генотипа TC достоверно выше, чем в группах мужчин, страдающих ЭАГ и ИБС. У мужчин, имеющих генотип CC, достоверно повышен риск возникновения ЭАГ (OR = 2,26) и ИБС (OR = 2,17). У женщин с диагнозами ЭАГ и ИБС частота генотипа TT оказалась почти в 2,5 раза выше, чем у женщин контрольной группы. Однако эти различия не достоверны по критерию χ^2.

Однонуклеотидная замена тимина на цитозин в положении 843 гена *CLOCK* представляет собой миссенс-мутацию, которая обусловливает замену аминокислоты в определенном месте цепи полипептида. Миссенс-мутации, как известно, часто приводят к изменению физиологической роли белка [Северин, 2003]. Можно предполагать, что возможное изменение функционирования белка CLOCK вследствие замены аминокислоты может привести к нарушению механизмов циркадной регуляции, которой подвержены многие физиологические показатели и процессы сердечно-сосудистой системы. Важно отметить, что белок CLOCK является одним из основных регуляторов циркадной периодичности, он представляет собой транскрипционный фактор, а также обладает активностью ацетилтрансферазы гистонов [Doi et al., 2006]. Регулирование на уровне хроматина является важным механизмом в изменении генной экспрессии сердечной ткани, эти процессы лежат в основе роста, восстановления и ремоделирования [Backs, Olson, 2006].

Нами обнаружена взаимосвязь между полиморфизмами 3111T/C и 843T/C и развитием эссенциальной артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца. В случае одного и другого полиморфизма у мужчин, имеющих генотип CC, достоверно повышен риск возникновения ЭАГ и ИБС. Известно, что ген *CLOCK* расположен на хромосоме 4, и более вероятно, что изучаемый признак не сцеплен с полом. Различие в распределении генотипов по изучаемым полиморфным маркерам у мужчин и женщин в группах больных с диагнозами ЭАГ и ИБС и контрольной группе можно объяснить различным влиянием половых гормонов на проявление этих аллелей. Вместе с тем полиморфные варианты гена *CLOCK* могут по-разному влиять на содержание эстрогенов и андрогенов. Считается, что эстрогены обладают выраженной протективной способностью при кардиоваскулярных патологиях [Swedberg et al., 1990]. Возможным механизмом их защитного действия на сердечно-сосудистую систему является подавление экспрессии некоторых генов, ответственных за регуляцию кровяного давления, а именно гена рецептора ангиотензина AT1 и ангиотензинпревращающего фермента [Swedberg et al., 1990; Reckelhoff, 2005].

Наши результаты указывают на взаимосвязь между развитием ЭАГ и ИБС и изучаемыми полиморфными маркерами у населения Карелии. Одним из возможных механизмов, посредством которых мутации в циркадных генах влияют на формирование сердечно-сосудистых патологий, является участие этих генов в патологическом ремоделировании и повреждении сосудов. Например, на мышах показано, что мутация гена *Clock* вызывает патологическое изменение структуры сосудов, а нокаут гена *Bmal1* приводит к накоплению коллагена в сосудах, повышению чувствительности к тромбозу и дисфункции эндотелия (реактивному ответу на действие вазорелаксантов) [Anea et al., 2009].

Изменения в структуре генов циркадных ритмов могут влиять на уровень экспрессии генов, белковые продукты которых вовлечены в регуляцию артериального давления и водно-солевого обмена. Известно, что белковый димер CLOCK:BMAL [Maemura et al., 2000] и белок PERIOD2 [Oishi et al., 2009] участвуют в регуляции циркадных колебаний экспрессии гена ингибитора активатора плазминогена PAI-1 в сердечно-сосудистых тканях. PAI-1 – первичный регулятор фибринолитического каскада, его активность и концентрация мРНК изменяются по циркадному типу с пиком в утренние часы [Angleton et al., 1989; Hoekstra et al., 2002], который совпадает со временем наибольшего риска развития инфаркта миокарда [Cohen et al., 1997]. Ритмичность экспрессии гена PAI-1 ослаблена в сердце мышей, мутантных по гену *Clock* [Minami et al., 2002]. Нокаут гена *Bmal1* вызывает у мышей повышение агрегации и адгезии тромбоцитов, увеличение концентрации PAI-1 и фактора свертываемости крови Виллебранда [Somanath et al., 2011].

Мутации в циркадных генах вызывают изменения не только в процессах свертывания крови, но и в гомеостазе водно-солевого обмена. Например, показано, что экспрессия гена NHE3 (Na^+/H^+-транспортера почечного эпителия) регулируется непосредственно гетеродимерами CLOCK:BMAL1, которые способны связываться с определенной последовательностью ДНК гена NHE3 [Saifur et al., 2005].

Следует отметить, что механизмы, посредством которых часовые гены могут участвовать в формировании сердечно-сосудистых патологий, до конца не изучены. По упомянутым литературным данным, основным механизмом влияния полиморфных вариантов гена *CLOCK* на развитие сердечно-сосудистых патологий может быть влияние на уровень экспрессии генов, белковые продукты которых вовлечены в регуляцию артериального давления и водно-солевого обмена.

Выводы

1. Обнаружена взаимосвязь между развитием ЭАГ и ИБС и полиморфными маркерами 3111T/C и 843T/C гена *CLOCK* у населения Карелии.

2. У мужчин, носителей генотипа CC по полиморфному маркеру 3111T/C гена *CLOCK*, достоверно повышен риск возникновения ЭАГ (OR = 1,49) и ИБС (OR = 1,57).

3. У мужчин, носителей генотипа CC по полиморфному маркеру 843T/C гена *CLOCK*, достоверно повышен риск возникновения ЭАГ (OR = 2,26) и ИБС (OR = 2,17).

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Фонда содействия отечественной науке «Кандидаты наук РАН», программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» и гранта Президента РФ «Ведущие научные школы РАН» НШ-3731.2010.4.

Литература

Северин Е.С. Биохимия: уч. для вузов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2003. С. 202–203.

Andrews N. P., Gralnick H. R., Merryman P. et al. Mechanisms underlying the morning increase in platelet aggregation: a flow cytometry study // J. Am. Coll. Cardiol. 1996. Vol. 28. P. 1789–1795.

Anea C. B., Zhang M., Stepp D. W. et al. Vascular disease in mice with a dysfunctional circadian clock // Circulation. 2009. Vol. 119, N 11. P. 1510–1517.

Angleton P., Chandler W. L., Schmer G. Diurnal variation of tissue-type plasminogen activator and its rapid inhibitor (PAI-1) // Circulation. 1989. Vol. 79. P. 101–106.

Backs J., Olson E. N. Control of cardiac growth by histone acetylation/deacetylation // Circ. Res. 2006. Vol. 98. P. 15–24.

Bailer U., Wiesegger G., Leisch F. et al. No association of clock gene T3111C polymorphism and affective disorders // Eur. Neuropsychopharmacol. 2005. Vol. 15. P. 51–55.

Benedetti F., Dallaspezia S., Fulgosi M. C. et al. Actimetric evidence that CLOCK 3111 T/C SNP influences sleep and activity patterns in patients affected by bipolar depression // Am. J. Med. Genet. Part B: Neuropsychiatric Genetics. 2007. Vol. 144B. P. 631–635.

Benedetti F., Radaelli D., Bernasconi A. et al. Clock genes beyond the clock: CLOCK genotype biases neural correlates of moral valence decision in depressed patients // Genes. Brain Behav. 2008. Vol. 7. P. 20–25.

Cohen M. C., Rohtla K. M., Lavery C. E. et al. Metaanalysis of the morning excess of acute myocardial infarction and sudden cardiac death // Am. J. Cardiol. 1997. Vol. 79. P. 1512–1516.

Desan P. H., Oren D. A., Malison R. et al. Genetic polymorphism at the CLOCK gene locus and major depression // Am. J. Med. Genet. 2000. Vol. 96, N 3. P. 418–421.

Doi M., Hirayama J., Sassone-Corsi P. Circadian regulator CLOCK is a histone acetyltransferase // Cell. 2006. Vol. 125. P. 497–508.

Friedman L., Zeitzer J. M., Kushida C. et al. Scheduled bright light for treatment of insomnia in older adults // J. Am. Geriatr. Soc. 2009. Vol. 57. P. 441–452.

Heng O. K., Saha N., Toy J. S. Lack of association of apolipoprotein E polymorphism with plasma Lp(a) levels in the Chinese // Clin. Genetics. 1995. Vol. 48, N 3. P. 113–119.

Hesketh J. Untranslated regions are important in mRNA localization and translation: lessons from selenium and metallothionein // Biochem. Soc. Trans. 2004. Vol. 32, N 6. P. 990–996.

Hoekstra T., Geleijnse J. M., Schouten E. G., Kluft C. Diurnal variation in PAI-1 activity predominantly confined to the 4G-allele of the PAI-1 gene // Thromb. Haemost. 2002. Vol. 88, N 5. P. 794–798.

Katzenberg D., Young T., Finn L. et al. A CLOCK polymorphism associated with human diurnal preference // Sleep. 1998. Vol. 21. P. 569–576.

Maemura K., de la Monte S. M., Chin M. T. et al. CLIF, a novel cycle-like factor, regulates the circadian oscillation of plasminogen activator inhibitor-1 gene expression // J. Biol. Chem. 2000. Vol. 275. P. 36847–36851.

Minami Y., Horikawa K., Akiyama M., Shibata S. Restricted feeding induces daily expression of clock genes and Pai-1 mRNA in the heart of Clock mutant mice // FEBS Lett. 2002. Vol. 526. P. 115–118.

Mishima K., Tozawa T., Satoh K. et al. The 3111T/C polymorphism of hClock is associated with evening preference and delayed sleep timing in a Japanese population sample // Am. J. of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics. 2005. Vol. 133B. P. 101–104.

Monteleone P., Tortorella A., Docimo L. et al. Investigation of 3111T/C polymorphism of the CLOCK gene in obese individuals with or without binge eating disorder: association with higher body mass index // Neurosci. Lett. 2008. Vol. 435. P. 30–33.

Oishi K., Miyazaki K., Uchida D. et al. PERIOD2 is a circadian negative regulator of PAI-1 gene expression in mice // J. Mol. Cell. Cardiol. 2009. Vol. 46. P. 545–552.

Otto M. E., Svatikova A., Barretto R. B. et al. Early morning attenuation of endothelial function in healthy humans // Circulation. 2004. Vol. 109. P. 2507–2510.

Reckelhoff J. F. Sex steroids, cardiovascular disease, and hypertension: unanswered questions and some speculations // Hypertension. 2005. Vol. 45. P. 170–174.

Robilliard D. L., Archer S. N., Arendt J. et al. The 3111 Clock gene polymorphism is not associated with sleep and circadian rhythmicity in phenotypically characterized human subjects // J. Sleep. Res. 2002. Vol. 11. P. 305–312.

Rudic R. D., McNamara P., Reilly D. et al. Bioinformatic analysis of circadian gene oscillation in mouse aorta // Circulation. 2005. Vol. 112. P. 2716–2724.

Saifur R. M., Emoto N., Nonaka H. et al. Circadian clock genes directly regulate expression of the Na(+)/H(+) exchanger NHE3 in the kidney // Kidney Int. 2005. Vol. 67, N 4. P. 1410–1419.

Serretti A., Benedetti F., Mandelli L. et al. Genetic dissection of psychopathological symptoms: insomnia in mood disorders and CLOCK gene polymorphism // Am. J. Med. Genet. Part B: Neuropsychiatr. Genet. 2003. Vol. 121B. P. 35–38.

Somanath P. R., Podrez E. A., Chen J. et al. Deficiency in core circadian protein BMFL1 is associated with a prothrombotic and vascular phenotype // J. Cell Physiol. 2011. Vol. 226, N 1. P. 132–140.

Swedberg K., Eneroth P., Kjekshus J., Wilhelmsen L. Hormones regulating cardiovascular function in patients with severe congestive heart failure and their relation to mortality // Circulation. 1990. Vol. 82. P. 1730–1736.

Tiret L., Godefroy T., Lubos E. et al. Genetic analysis of the interleukin-18 system highlights the role of the interleukin-18 gene in cardiovascular disease // Circulation. 2005. Vol. 112, N 5. P. 643–650.

Voinescu B. I. Clock genes, chronotypes and diseases // HVM Int. J. Bioflux. 2009. Vol. 1, N 1. P. 19–35.

Von Schantz. Phenotypic effects of genetic variability in human clockgeneson circadianand sleep parameters // J. Genetics. 2008. Vol. 87, N 5. P. 513–519.

Woo K. C., Kim T.-D., Lee K.-H. et al. Mouse period 2 mRNA circadian oscillation is modulated by PTB–mediated rhythmic mRNA degradation // Nucleic Acids Research. 2009. Vol. 37, N 1. P. 26–37.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Макеева Ирина Валерьевна
ведущий биолог
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: irina7m@yandex.ru
тел. (8142) 571879

Коломейчук Сергей Николаевич
научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: sergey_kolomeychuk@rambler.ru
тел. (8142) 571879

Makeeva, Irina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: irina7m@yandex.ru
tel. (8142) 571879

Kolomeichuk, Sergey
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sergey_kolomeychuk@rambler.ru
tel. (8142) 571879

Топчиева Людмила Владимировна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: topchieva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Topchieva, Lyudmila
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: topchieva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Корнева Виктория Алексеевна
ассистент кафедры факультетской терапии, к.м.н.
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185000
эл. почта: vikkorneva@mail.ru

Korneva, Victoria
Faculty Therapy Department of Petrozavodsk State University,
33 Lenin St., 185000 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vikkorneva@mail.ru

Немова Нина Николаевна
директор ИБ КарНЦ РАН, зав. лаб. экологической физиологии растений, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nemova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783615

Nemova, Nina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nemova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783615

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 97–104.

УДК 571.1/581.5

СОСТАВ ЛИПИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ПАПОРОТНИКА *MATTEUCCIA STHRUTHIOPTERIS*, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАДМИЯ

О. А. Розенцвет[1], Е. С. Богданова[1], С. В. Мурзаева[2]

[1] *Институт экологии Волжского бассейна РАН*
[2] *Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН*

Исследовали влияние нитрата кадмия (100 мкМ) на развитие папоротника *Matteuccia sthruthiopteris* при инкубировании в течение 10 сут на среде Кнопа. При накоплении кадмия растениями до 80 % металла аккумулируется в придаточных корнях, а остальная часть распределяется по стволику корневища и далее в надземных формирующихся листьях. В улитках и взрослых листьях кадмий обнаруживается до 1,2 и 9 мкг/г сухой массы соответственно, при этом стимулируется рост и увеличивается биомасса взрослых листьев. На разных стадиях развития листьев происходят определенные изменения в составе липидов и жирных кислот, среди которых главными являются увеличение содержания гликолипидов, бетаинового липида и разнонаправленные изменения в составе фосфолипидов. Сделан вывод об устойчивости *M. sthruthiopteris* к кадмию за счет адаптационных возможностей, которые реализуются на организменном и клеточном уровнях.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Matteuccia sthruthiopteris*, липиды, жирные кислоты, кадмий.

O. A. Rozentsvet, E. S. Bogdanova, S. V. Murzaeva. COMPOSITION OF LIPIDS AND FATTY ACIDS IN THE FORMING LEAVES OF THE FERN *MATTEUCCIA STHRUTHIOPTERIS* IN THE PRESENCE OF CADMIUM

The effect of cadmium nitrate on the leaf growth and lipid composition in the fern *Matteuccia sthruthiopteris* has been examined. The plants were incubated in Knop's medium in the presence/absence of 100 μM of cadmium nitrate during 10 days. The plants accumulated more than 80 % of cadmium in the roots. Accumulation of cadmium in the fiddleheads and mature fronds was about 1.2 and 9.0 μg/g dry weight, respectively. Cadmium was noted to stimulate growth and increase the biomass of mature fronds. At different stages of the leaf development, certain changes in the composition of lipids and fatty acids were observed, particularly, an increased synthesis of glycolipids and a betaine lipid, as well as multidirectional changes in the composition of phospholipids. It was concluded that *M. sthruthiopteris* is resistant to cadmium owing to adaptive features of the lipid metabolism implemented at the morphological and cellular levels.

K e y w o r d s : *Matteuccia sthruthiopteris*, cadmium, lipids, fatty acids.

Введение

В последние годы в связи с быстрым развитием промышленности усиливается загрязнение окружающей среды, в том числе и тяжелыми металлами (ТМ), в масштабах, не свойственных природе [Greger, 1999; Küpper, Kroneck, 2005; Титов и др., 2007]. Накопление ТМ в почве и воде

вынуждает живые организмы приспосабливаться к новым условиям среды за счет формирования целого ряда механизмов, в определенной степени связанных с устойчивостью клеточных мембран. Липидам мембран и их жирнокислотному (ЖК) составу отводится ведущая роль в регулировании текучести мембраны как одного из механизмов биохимической адаптации растений к условиям окружающей среды [Ипатова, 2005; Harwood, 1999b].

К наиболее токсичным для растений ТМ относится кадмий [Ильин, 1991; Шевякова и др., 2003]. Данные многих авторов показывают, что действие кадмия приводит к качественным и количественным изменениям в составе липидов, ингибированию путей их биосинтеза, редукции ненасыщенности жирных кислот, связанной с перекисным окислением [Ouariti et al., 1997; Jemal et al., 2000; Nouairi et al., 2006]. Характер изменений в содержании липидов существенно зависит от видовых особенностей организма, типа тканей и органов, а также природы металла, его концентрации и продолжительности воздействия [Tukendorf, 1993; Нестеров и др., 2009]. В ряде работ показано, что существует определенная зависимость в реакции растений на действие кадмия от их возраста [Drazkiewicz et al., 2003; Казнина и др., 2010], однако мало известно об участии липидов в этих процессах.

Среди современных растений папоротники являются одной из древнейших и наиболее жизнеспособных групп. Они представляют огромный интерес в изучении стратегии выживания растительных организмов, поскольку обладают достаточно простыми и эффективными приспособительными реакциями к условиям окружающей среды [Dyer, 1979]. Установлено, что некоторые виды папоротников способны связывать токсичные ТМ в достаточно больших количествах [Chang et al., 2009].

В связи с вышесказанным в настоящей работе исследовали качественный и количественный состав липидов и ЖК в листьях папоротника *Matteuccia sthruthiopteris* (L.) Todaro при их формировании под влиянием кадмия. Следует подчеркнуть, что молодые листья данного вида папоротника у некоторых народов используются в пищу [Намзалова, Шмаков, 2009]. Количественные и качественные модификации липидного спектра, вызванные влиянием ТМ, и их накопление в растительных тканях приводят к изменению пищевой ценности растений. Этот аспект в исследовании липидов не менее значим, чем изучение приспособительных реакций растений.

Материалы и методы

M. sthruthiopteris (страусник обыкновенный) относится к отделу Polypodiophyta, классу Polypodiopsida, порядку Polypodiales, семейству Onocleaceae [Черепанов, 1995]. Это столонообразующий вид папоротника, имеет короткий вертикальный стволик с отходящими корнями, который обычно называют корневищем. На верхушке стволика располагается крупная почка, в ней заложены несколькими кругами зачатки листьев.

Папоротники выкапывали из почвы в мае, когда растения находились еще в состоянии покоя. Для опытов использовали корневища без листьев, которые промывали в проточной воде, обсушивали, взвешивали и помещали в отдельные сосуды на питательную среду Кнопа (соотношение веса корневища к объему среды 1 : 4). После адаптации в течение 1 сут к новым условиям в питательную среду однократно добавляли нитрат кадмия в концентрации 100 мкМ. Растения инкубировали в условиях освещения 400 ± 200 лк при 15-часовом световом дне и температуре 20°С. Ростовые процессы оценивали по приросту биомассы надземных частей и длине сформировавшейся листовой пластины по истечении 10 сут. Для биохимических анализов использовали ткани фотосинтезирующих органов: улитки и сформировавшиеся взрослые листья, разделенные на верхние, срединные и нижние сегменты.

Липиды выделяли по методу [Bligh, Dyer, 1959]. Количественное содержание суммарных липидов (СЛ) определяли гравиметрически. Фосфолипиды (ФЛ) разделяли методом двумерной тонкослойной хроматографии (ТСХ) на стеклянных пластинках 6 х 6 см с закрепленным слоем силикагеля с использованием систем растворителей: первое направление – хлороформ : метанол : бензол : аммиак (130 : 60 : 20 : 12 по объему); второе – хлороформ : метанол : бензол : ацетон : уксусная кислота (140 : 60 : 20 : 10 : 8). Проявляли ФЛ 10%-й H_2SO_4 в метаноле с последующим нагреванием при 180°С в течение 15 мин. Количество ФЛ определяли по содержанию неорганического фосфора [Vaskovsky, Latyshev, 1975].

Гликолипиды (ГЛ) разделяли методом одномерной ТСХ на пластинках 10 х 10 см с использованием системы растворителей – ацетон : бензол : вода (91 : 30 : 8 по объему). Проявляли ГЛ 5%-м раствором $12MoO_3 x H_3PO_4$ в метаноле с последующим нагреванием при температуре 150°С в течение 10 мин. Количество ГЛ определяли денситометрическим способом [Кейтс, 1975].

Содержание бетаинового липида 1,2-диацилглицерил-3-О-4'-(N,N,N-триметил) гомосерина (ДГТС) определяли спектрофотометрически, как описано в работе [Rozentsvet, 2000].

Для анализа ЖК использовали их метиловые эфиры, которые получали путем кипячения в 5%-й HCl в метаноле. Полученные эфиры

анализировали на хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.1» (Россия) с помощью капиллярной колонки длиной 105 м и диаметром 0,25 мм RESTEK (США). Температура колонки 180°С, испарителя и детектора 260°С. Скорость тока газа-носителя (гелий) 20 мл/мин.

Содержание кадмия в тканях определяли после мокрого озоления на атомно-абсорбционном спектрофотометре «МГА-915» (Россия) [Голубкина, 1995].

Данные обрабатывали в программе Excel. В таблицах и на рисунках представлены средние арифметические значения из трех биологических повторностей и их стандартные отклонения от среднего.

Результаты и обсуждение

Листья, или вайя папоротников, в отличие от цветковых и древесных растений, представляют собой нечто промежуточное между листьями в обычном понимании и ветвями побегов [Шмаков, 2007]. Развитие зеленой части растений начинается с появления побега в форме улиткообразного листа. Улитка в начале роста под влиянием гормона ауксина быстро раскручивается, и внутренняя сторона улитки растет быстрее, чем верхняя. Дальнейший рост листостебельной части папоротников происходит делением одной апикальной клетки – инициали, которая делится и в дальнейшем формирует ткани побега [Капранова, 2006].

Различия между листьями возрастных серий объясняются изменениями ритмичности деятельности точки роста на протяжении онтогенеза. Это приводит к созданию одного и того же органа, отдельные части которого отличаются друг от друга в структурном и функциональном отношении [Лодкина, 1983].

В полностью развернувшемся листе можно выделить растущую верхнюю, сформированную срединную и наиболее зрелую нижнюю части. Наличие нитрата кадмия в концентрации 100 мкМ в инкубационной среде в течение 10 сут не приводило к гибели растений, а оказывало стимулирующие действие на рост и развитие фотосинтезирующих органов папоротников. Внесение кадмия в корнеобитаемую среду способствовало увеличению биомассы листьев в 1,6, а их длины – в 1,3 раза (рис. 1А, Б).

По данным атомно-адсорбционного анализа, содержание кадмия в придаточных корнях составляло 51,4 мкг/г сухой массы (табл. 1). В тканях развернувшихся листьев в целом адсорбировалось до 9 мкг кадмия на 1 мг сухой массы. Наибольшее количество кадмия накапливалось в верхней части листьев. Всего в растении, включая корневище и надземную часть, аккумулировалось до 30 % внесенного в питательный раствор металла, из них только 4,6 % транспортировалось в фотосинтезирующие органы. Согласно классификации растений по их способности накапливать ТМ, данный вид папоротников можно отнести к растениям-исключителям, поскольку наибольшая часть поглощенного металла оставалась в корнях [Prasad, 1998].

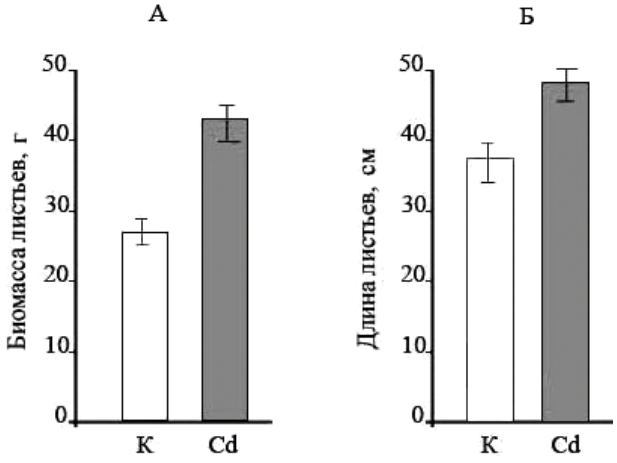


Рис. 1. Влияние кадмия на биомассу (А) и длину листьев (Б) *M. sthruthiopteris*

Здесь и на рис. 2: светлые столбики – контроль; темные – под воздействием кадмия, 100 мкМ

Таблица 1. Содержание кадмия в корневой и надземной частях *M. sthruthiopteris*

Части растений	Cd, мкг/г сухой массы	Поглощенный металл, %
Придаточные корни	51,4±1,9	23,2±2,0
Сердцевина корневища	2,5±0,3	1,1±0,2
Улитки	1,2±0,5	0,5±0,0
Лист:		
верхушечная часть	4,1±0,6	2,0±0,2
срединная часть	3,2±0,9	1,4±0,3
нижняя часть	1,7±0,1	0,7±0,1

Содержание СЛ (рис. 2), выделенных из нативных тканей верхней части листьев контрольных вариантов, было значительно больше, чем в улитках. Под влиянием кадмия количество СЛ в средней и нижней частях листьев увеличивалось на 10–25 % по сравнению с контролем. В верхней части листьев наблюдался обратный эффект, что, возможно, связано с большим концентрированием металла.

Анализ полярных липидов, которые являются структурной основой биологических мембран, показал, что в их состав входят ГЛ, ФЛ и ДГТС (рис. 3). По мере роста листьев в контрольных вариантах менялось соотношение полярных липидов: от наименьшего содержания ГЛ в улитках до максимального в липидах срединной части. Под влиянием кадмия относительное количество ГЛ увеличива-

лось в 1,4–1,8 раза практически во всем листе. Содержание ФЛ уменьшалось в 1,1–1,4 раза, особенно значительно в улитках и верхней части листьев (см. рис. 3). ДГТС в составе полярных липидов контрольных опытов варьировал от 0 до 2,5 % от суммы полярных липидов, причем в улитках он был наибольшим, а в зрелых частях листьев не был обнаружен. Кадмий в корнеобитаемой среде приводил к увеличению содержания ДГТС в улитках, верхней и срединной частях и его новообразованию в нижней части листьев растений.

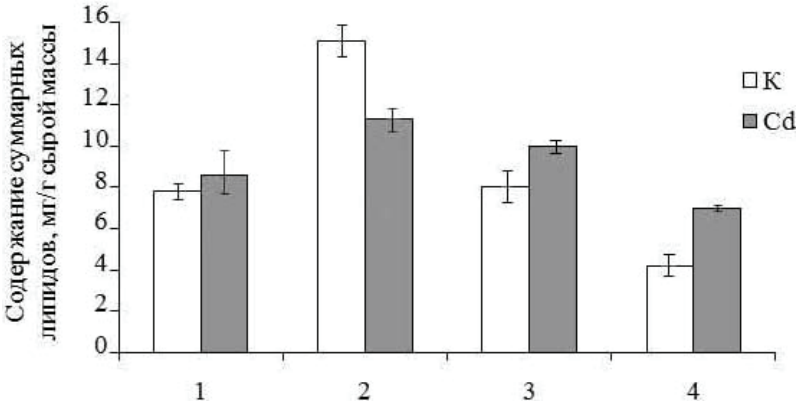


Рис. 2. Влияние кадмия на суммарные липиды (мг/г сырой массы) в формирующихся листьях *M. sthruthiopteris*

Здесь и на рис. 3, 4: 1 – улитки, 2 – верхняя часть листа, 3 – срединная часть листа, 4 – нижняя часть листа

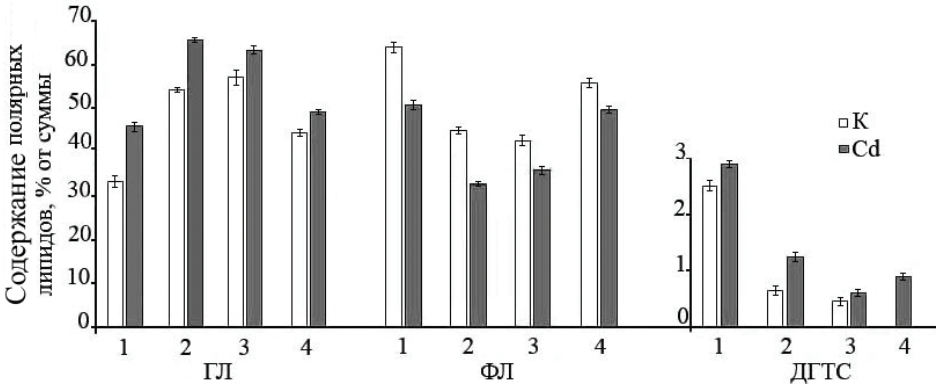


Рис. 3. Влияние кадмия на состав полярных липидов в формирующихся листьях *M. sthruthiopteris*

ГЛ представлены в листьях папоротника традиционным составом: моногалактозилдиацилглицерином (МГДГ), дигалактозилдиацилглицерином (ДГДГ) и сульфохиновозилдиацилглицерином (СХДГ) (табл. 2). Как видно из данных этой таблицы, в условиях наших экспериментов в контрольных вариантах при формировании листьев из улитки до взрослого листа происходило увеличение относительного содержания МГДГ на фоне снижения других ГЛ, особенно СХДГ. Под влиянием кадмия содержание МГДГ снижалось во всех частях развернувшихся листьев, а ДГДГ увеличивалось в большей степени в нижней части листа (в 1,2 раза). Еще большее увеличение было выражено для СХДГ: его содержание в составе ГЛ возрастало в тканях улиток (в 1,3 раза) и листьях (в 2,3–3,7 раза) по сравнению с контролем.

Известно, что МГДГ и ДГДГ содержатся как в оболочке хлоропластов, так и в мембранах тилакоидов и гран [Hőlzl, Dőrman, 2007]. Оба эти липида стабилизируют фотосинтетические мембраны, связанные с функционированием фотосистем (ФС) I и ФС II, но МГДГ играет еще важную роль в стабилизации сильно искривленных участков мембраны тилакоидов и участвует в переносе электронов [Murata, 1983]. СХДГ локализован только в мембранах тилакоидов. Предполагается, что благодаря тому, что СХДГ является отрицательно заряженным, он участвует в процессе формирования гран и обеспечивает оптимальную конфигурацию мембран для активного электронного транспорта в ФС II [Мокроносов, Гавриленко, 1992; Dőrman, Benning, 2002]. Очевидно, увеличение содержания СХДГ в составе липидов можно расценивать как компенсацию избытка катионов, которые привносят ионы кадмия при их проникновении в клетку.

Не менее важным для нормального процесса фотосинтеза является соотношение двух других ГЛ [Krupa, Baszynsky, 1989; Skorzynska et al., 1991; Nouairi et al., 2006]. По литературным данным, соотношение МГДГ/ДГДГ в хлоропластах должно быть не менее 2 [Гудвин, Мерсер, 1986]. Меньшие значения могут указывать на нарушение структуры мембран тилакоидов и деградацию фотосинтетических доменов, содержащих ФС II [Nouairi et al., 2006]. В липидах листьев контрольных вариантов соотношение МГДГ/ДГДГ увеличивалось по мере их разви-

тия от 1,6 до 3,6, причем максимальным оно было в липидах срединной части листа (рис. 4). Наличие кадмия в среде выращивания и его аккумуляция в листьях приводили к увеличению соотношения МГДГ/ДГДГ в липидах улиток до значения, равного 2, однако в нижней части листа соотношение МГДГ/ДГДГ снижалось до 1,6. Накопление кадмия в количестве 4,1 мкг/г сухой массы (см. табл. 1) в верхних частях листьев не влияло на соотношение главных ГЛ, в отличие от сформированных ранее нижних частей, в которых при меньшем (1,7 мкг/г) содержании кадмия наблюдалось изменение их соотношения.

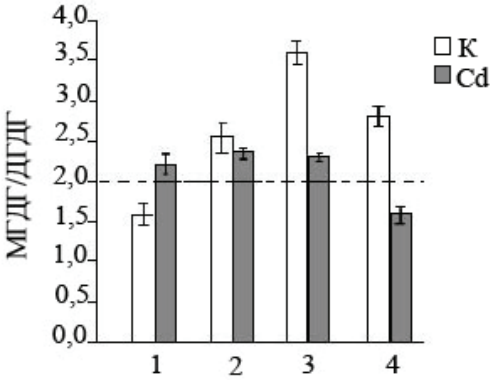


Рис. 4. Влияние кадмия на соотношение МГДГ к ДГДГ в формирующихся листьях *M. sthruthiopteris*

Во фракции ФЛ главными липидами являются фосфатидилхолин (ФХ), фосфатидилэтаноламин (ФЭ), фосфатидилинозит (ФИ) и фосфатидилглицерин (ФГ). Обнаружены также минорные компоненты дифосфатидилиглицерин (ДФГ), фосфатидная кислота (ФК), фосфатидилсерин (ФС) и лизофосфатиды (ЛФ) (см. табл. 2). Внесение кадмия в питательную среду способствовало снижению уровня ФХ в среднем в 1,2 раза практически у всех образцов растений. Относительное содержание ФЭ в составе ФЛ улиток снижалось в 1,8 раза, во взрослых листьях оно увеличивалось и наиболее интенсивно в верхних частях. Количественные изменения в относительном содержании ФГ отмечены только для липидов улиток. Кроме того, менялся уровень ФИ, который, согласно литературным данным, в значительных количествах присутствует в митохондриях. В верхней и нижней частях листа содержание ФИ снижается в 1,8 и 1,4 раза. Отмечены значительные изменения в сторону увеличения в содержании минорных компонентов ФЛ. Например, в тканях улиток увеличивалось количество ФК, а в развитом листе – содержание ДФГ и лизоформ ФЛ (в контроле они отсутствовали). ЛФ – это продукты распада ФЛ при действии фосфолипазы А, они токсичны и разрушают мембраны [Bargmann, Munnik, 2006; Wang et al., 2006]. В то же время ионы кадмия способствовали увеличению лабильного компонента ФС, который метаболически связан с синтезом ФЭ [Hőlzl, Dőrman, 2007]. Эти данные свидетельствуют о разнонаправленных изменениях в липидном обмене в клетках улиток и листьев папоротников, которые происходят под действием кадмия.

Таким образом, в улитках и взрослых листьях под влиянием кадмия меняется состав структурных компонентов фотосинтетических мембран хлоропластов и других мембранных структур клетки, которые в значительной степени были связаны со стадией формирования листьев.

Показателем модификации биологических мембран служат также изменения в составе ЖК липидов. Увеличение количества ненасыщенных ЖК придает мембранам бóльшую текучесть, приобретаются свойства пластичности мембран [Harwood, 1999a]. Под действием ТМ возможно увеличение количества насыщенных ЖК, что приводит снижению их проницаемости, благодаря чему осуществляется защита от воздействия ТМ [Rama Devi, Prasad, 1999]. Вместе с тем увеличение насыщенности ЖК может приводить к снижению активности ФС II за счет увеличения расстояния между светособирающим комплексом и реакционным центром [Мокроносов, Гавриленко, 1992].

Результаты анализа ЖК общей липидной фракции, выделенной из улиток и листьев *M. sthruthiopteris,* представлены в табл. 3. Основную группу ЖК составляют кислоты с длиной цепи 16–18 атомов углерода, но довольно значителен (8,1–15,8 %) вклад длинноцепочечных ЖК (ДЦК). Ненасыщенные (ННК) ЖК представлены мононенасыщенными (С18:1), диеновыми (С18:2, С20:2) и полиненасыщенными ЖК. Среди последних преобладает линоленовая (С18:3) и арахидоновая (С20:4) ЖК. В сумме насыщенные кислоты (НК) (короткоцепочечные и ДЦК) составляли в контроле 32,3–42,5 %, а ННК – 57,6–67,7 %, что типично для этой группы растений [Heigh, 1969; Jamieson, Reid, 1975]. Доминирующей насыщенной ЖК является пальмитиновая кислота (С16:0). Содержание ее в контроле возрастало по мере формирования листьев (от 28,4 до 34 %). Под влиянием кадмия в нижней части листьев возрастало общее количество насыщенных ЖК (С14:0, С16:0, С20:0). Это означало, что пластичность (текучесть) мембран клеток в частях листьев, закончивших рост, уменьшалась. В улитках, срединной и верхней частях листьев соотно-

шение НК/ННК менялось незначительно, но существенно менялся состав ННК. Так, в липидах улиток увеличивалось содержание С18:1, в липидах верхней части – С18:1, С18:3 и С20:4 ЖК. В срединной части наблюдали увеличение содержания кислоты С18:1 и снижение С18:3. Следует подчеркнуть, что в листьях данного папоротника в контроле среди ДЦК большую часть ЖК составляют ненасыщенные кислоты (ДЦННК). Их содержание – 74,7–89,2 %. Под воздействием кадмия отношение насыщенных ЖК (ДЦНК) в этой группе кислот к ненасыщенным менялось неоднозначно: увеличивалось в улитках (с 8,6 до 10,9) и верхних частях листьев (с 3,2 до 5,3), а в срединных и нижних – снижалось. Таким образом, изменения в составе ЖК, так же как и в составе липидов, которые происходили под действием кадмия, зависели от стадии формирования листьев.

Таблица 2. Влияние кадмия на содержание индивидуальных полярных липидов в формирующихся листьях *M. sthruthiopteris* (% от суммы)

Липиды	Улитки		Части листа					
			верхняя		срединная		нижняя	
	K	Cd	K	Cd	K	Cd	K	Cd
Гликолипиды								
МГДГ	51,3±0,9	52,2±0,5	69,9±0,5	63,9±1,3*	73,9±0,1	62,2±1,5*	71,1±1,4	57,2±2,2*
ДГДГ	32,2±2,5	26,0±1,0*	27,3±0,9	27,6±1,1	21,0±1,0	26,0±1,6*	25,6±3,5	31,1±1,6*
СХДГ	16,4±3,5	21,7±0,3*	2,7±0,1	8,3±1,3*	4,9±0,8	11,1±0,9*	3,1±0,6	11,5±1,9*
Фосфолипиды								
ФХ	44,9±1,0	36,4±1,6*	42,7±0,1	37,3±5,8	40,4±0,1	33,0±0,6*	42,5±0,3	34,0±1,3*
ФЭ	31,4±1,7	17,1±3,4*	17,4±0,3	27,9±2,0*	22,6±1,6	24,7±1,5	25,9±0,7	28,1±2,5
ФГ	7,8±0,9	4,9±1,7	13,0±0,2	15,0±3,8	16,8±0,8	16,9±0,4	10,7±2,8	9,4±3,2
ФИ	13,1±0,4	12,9±2,6	20,3±0,1	11,3±1,0*	12,8±0,6	13,7±1,2	15,6±1,1	11,3±1,4*
ФК	2,2±0,8	26,1±4,8*	5,8±0,5	5,6±3,3	6,6±0,8	8,6±0,8*	4,6±0,6	11,5±2,7*
ДФГ	0,2±0,1	1,5±0,3*	0,8±0,1	1,1±0,2	0,8±0,0	1,3±0,1	0,7±0,1	2,0±0,9*
ФС	0,4±0,1	1,1±0,3*	0,0±0,1	0,5±0,6*	0,0±0,0	0,8±0,0*	0,0±0,0	2,6±0,1*
ЛФ	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,1	1,3±0,0*	0,0±0,0	1,0±0,7*	0,0±0,0	1,1±0,1*

Примечания. Здесь и в табл. 3: K – отсутствие кадмия в среде, Cd – концентрация кадмия в среде 100 мкМ; * различия с контролем достоверны при $P \le 0,05$.

Таблица 3. Влияние кадмия на состав жирных кислот общих липидов в формирующихся листьях *M. sthruthiopteris* (% от суммы)

Кислоты	Улитки		Части листа					
			верхняя		срединная		нижняя	
	K	Cd	K	Cd	K	Cd	K	Cd
Насыщенные ЖК								
12:0	0,0±0,3	0,2±0,0	2,1±0,5	0,0±0,0	0,3±0,5	0,2±0,0	0,4±0,3	0,2±0,2
14:0	0,4±0,0	0,5±0,1	1,9±0,6	0,8±0,1	0,9±0,0	0,1±0,0	1,2±±0,3	7,0±0,0
16:0	28,4±1,1	25,8±0,3*	29,7±0,3	32,3±0,5*	32,5±0,9	33,4±1,4	34,0±0,1	30,7±0,5*
18:0	1,8±0,1	2,3±0,3*	2,5±0,2	2,9±0,5	2,9±0,2	3,1±0,5	4,4±0,1	3,0±0,1*
20:0	0,4±0,2	0,4±0,0	0,5±0,1	0,5±0,7	0,5±0,1	0,5±0,4	0,8±0,2	3,6±0,4*
22:0	0,7±0,3	0,8±0,1	0,5±0,1*	0,7±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	1,1±0,0	0,8±0,1
23:0	0,6±0,1	0,1±0,0*	1,1±0,2	0,2±0,1*	0,2±0,2	0,0±0,0*	0,6±0,0	1,4±0,6*
	32,3±2,0	30,1±0,9*	38,3±0,0	37,4±1,8	37,5±1,5	37,6±2,1	42,5±1,4	46,7±1,1
Ненасыщенные ЖК								
16:1	2,7±0,3	3,3±0,2*	5,5±0,3	2,7±0,8*	3,5±0,1	1,2±0,0*	3,1±0,3	2,0±0,5*
18:1	0,5±0,1	0,5±0,1	1,3±0,2	2,2±0,3*	2,4±0,5	2,0±0,5	0,8±0,3	1,2±0,6
18:1	12,1±1,2	14,3±0,8	12,9±1,8	15,9±0,1*	7,1±0,5	19,6±1,1*	8,2±0,8	8,3±1,0
18:2	23,0±0,3	22,0±0,1	14,3±1,5	14,5±0,1*	14,8±0,7	14,3±2,0	15,9±0,4	14,3±2,0
18:3	15,3±0,8	15,6±0,9	16,0±1,1	17,6±0,1	23,4±2,0	19,2±0,0*	21,2±1,2	15,3±0,1*
20:2	0,2±0,0	0,4±0,1	1,3±0,9	0,2±0,4	0,2±0,0	0,2±1,0	1,1±0,3	5,0±0,4*
20:3	2,1±0,9	2,1±0,0	1,1±0,2	1,2±0,9	1,1±0,0	1,0±0,3	0,8±0,5	0,9±0,0
20:4	9,9±0,7	10,4±0,3	2,3±0,7	4,3±1,3*	3,0±0,2	3,7±0,1	3,7±0,2	4,2±0,0*
20:5	1,9±0,7	1,3±0,0	2,1±0,5	1,7±1,1	2,9±0,7	1,3±0,3	1,8±0,4	2,0±0,1
X	0,0±0,0	0,0±0,0	4,9±0,3	2,4±0,4	4,2±0,5	0,0±0,0	1,0±0,8	0,3±0,0
	67,7±2,5	69,9±0,5	61,7±2,1	62,7±4,5	62,6±5,0	62,5±1,8	57,6±2,4	53,5±3,0*
НК/ННК	2,0	2,3	0,8	0,8	1,7	1,7	1,3	1,1
ДЦК	15,8±3,4	15,5±3,7	8,9±0,7	8,8±1,4	8,1±1,2	7,0±1,4	9,9±1,0	17,9±1,7
ДЦННК	14,1±4,3	14,2±4,6	6,8±0,5	7,4±1,7	7,2±1,3	6,2±1,5	7,4±1,3	12,1±2,9
ДЦНК/ДЦННК	8,6	10,9	3,2	5,3	8,0	7,7	3,0	2,1

Известно, что в толерантных растениях основными механизмами, обеспечивающими защиту от ТМ на клеточном уровне, являются: связывание металлов клеточными оболочками, активирование антиоксидантных систем, изменение метаболизма таким образом, чтобы уменьшить токсическое действие металла или ликвидировать его последствия [Sanita di Toppi, Gabbrielli, 1999; Серегин, Иванов, 2001; Hall, 2002]. Как следует из наших данных, корневая система папоротника *M. sthruthiopteris*, так же как и многих других видов растений, способна ограничивать поступление кадмия в надземные органы [Иванов и др., 2003; Казнина и др., 2010]. Вместе с тем, как показали опыты, такая защита не обеспечивает полного задержания кадмия и часть его трансформируется по растению. Присутствие кадмия в корнеобитаемой среде и его накопление в надземных органах вызывали изменения в составе липидов и ЖК, направленных на поддержание целостности и нормальной структурированности клеточных мембран растения. Отметим, что как в накоплении кадмия, так и в реакции липидов на его воздействие отчетливо выражены различия, связанные со стадией развития и формирования листьев. Следует особо обратить внимание на количественное увеличение под влиянием кадмия таких компонентов липидов, как ДГТС, СХДГ и длинноцепочечных ЖК. Не исключено, что это связано со специфическими адаптивными перестройками в липидном обмене, характерными для этой группы растений.

Выводы

Показано, что *M. sthruthiopteris* проявляет устойчивость к нитрату кадмия. Присутствие кадмия при концентрациях 100 мкМ в корнеобитаемой среде стимулировало рост надземной части. Большая часть металла накапливалась в корнях растений. Степень накопления кадмия в надземных органах зависела от стадии формирования листьев. При этом наблюдали изменение состава липидов и углеводородных радикалов ЖК в клеточных мембранах. Детальное исследование состава липидов и ЖК показало, что степень и направленность изменений в составе липидов и ЖК в значительной степени зависели от стадии развития листьев.

Литература

Голубкина Н. А. Флуометрический метод определения селена // Журн. аналит. хим. 1995. Т. 50, № 10. С. 492–497.

Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. М.: Мир, 1986. Т. 1. В 2-х томах. С. 298–354.

Иванов В. Б., Быстрова Е. И., Серегин И. В. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия // Физиология растений. 2003. Т. 50. С. 445–454.

Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Н.: Наука, Сибирское отделение, 1991. 148 с.

Ипатова В. И. Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. М.:Графикон-принт. 2005. 224 с.

Казнина Н. М., Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Батова Ю. В. Влияние кадмия на некоторые физиологические показатели растений ячменя в зависимости от их возраста // Труды Карельского научного центра РАН. 2010. № 2. С. 27–31.

Капранова Н. Н. Удивительные папоротники Земли. Уроки в ботаническом саду. М., 2006. 40 с.

Кейтс М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975. 323 с.

Лодкина М. М. Черты морфологической эволюции растений, обусловленные спецификой их онтогенеза // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44, № 2. С. 239–253.

Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: изд-во МГУ. 1992. 320 с.

Намзалова Б. Д.-У., Шмаков А. И. Хозяйственноценные папоротники Республики Бурятия // Вестник Алтайского государственного аграрного ун-та. 2009. Т. 54, № 4. С. 26–29.

Нестеров В. Н., Розенцвет О. А., Мурзаева С. В. Изменение состава липидов у пресноводного растения *Hydrilla verticillata* при накоплении и удалении из тканей ионов тяжелых металлов // Физиология растений. 2009. Т. 56, № 1. С. 97–107.

Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. 2001. Т. 48, № 4. С. 606–630.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья, 1995. 989 с.

Шевякова Н. И., Нетронина И. А., Аронова Е. Е., Кузнецов Вл. В. Распределение Cd и Fe в растениях *Mesembryanthemum crystallinum* при адаптации к Cd-стрессу // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 5. С. 756–763.

Шмаков А. И. Систематика высших споровых растений. Ч. 1. Барнаул: Азбука, 2007.

Bargmann B. O., Munnik T. The role of phospholipase D in plant stress responses // Curr. Opin. Plant Biol. 2006. Vol. 9. P. 515–522.

Bligh E. G., Dyer W. J. A rapid method of lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. Vol. 37. P. 911–917.

Chang J. S., Yoon I. H., Kim K. W. Heavy metal and arsenic accumulating fern species as potential ecological indicators in As-contaminated abandoned mines // Ecological Indicators. 2009. Vol. 9, N 6. P. 1275–1279.

Dőrman P., Benning C. Galactolipids rule in seeds plant // Trends in Plant Science. 2002. Vol. 7. P. 112–118.

Drazkiewicz M., Tukendorf A., Tadeusz B. Age-dependent response of maize leaf segments to cadmium

treatment: Effect no chlorophyll fluorescence and phytochelatin accumulation // J. Plant Physiol. 2003. Vol. 160. P. 247–254.

Dyer A. F. The experimental biology of ferns. Edinburgh: Academic Press, 1979. 647 p.

Greger M. Metal Availability and Bioconcentration in Plants // Prasad M. N. V., Hagemeyer J. (eds.). Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems. Berlin: Springer, 1999. P. 1–27.

Hall J. L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxication and tolerance // J. Exp. Bot. 2002. Vol. 53. P. 1–11.

Harwood J. L. What's so special about plant lipids? // Harwood J.L. (ed.). Plant lipid biosynthesis. Fundamentals and agricultural application. Cambridge: Univ. Press, 1999a. P. 1–28.

Harwood J. L. Environmental Effects on Plant Lipid Biochemistry // Harwood J. L. (ed.). Plant lipid biosynthesis. Fundamentals and agricultural applications. Cambridge: Univ. Press, 1999b. P. 305–363.

Heigh W. Fatty acid composition and biosynthesis in ferns // Biochem. Biophys. Acta. 1969. Vol. 176. P. 647–630.

Hőlzl G., Dőrman P. Structure and function of glycerolipids in plants and bacteria // Prog. Lipid Res. 2007. Vol. 46. P. 225–243.

Jamieson G. R., Reid E. H. The fatty acid composition of fern lipids // Phytochemistry. 1975. Vol. 14. P. 2229–2232.

Jemal F., Zarrouk M., Ghorbal M. H. Effect of cadmium on lipid composition of pepper // Biochem. Soc. Trans. 2000. Vol. 28. P. 907–909.

Krupa Z., Baszynsky T. Acyl lipid composition of thylakoid membranes of cadmium-treated tomato plants // Acta Physiol. Plant. 1989. Vol. 11. P. 111–116.

Küpper H., Kroneck P. M. H. Heavy metal uptake by plants and cyanobacteria // Met. Ions Biol. Syst. 2005. Vol. 44. P. 97–142.

Murata N. Molecular species composition of phosphatidylglycerols from chilling-sensitive and chilling-resistant plants // Plant Cell Physiol. 1983. Vol. 24, N 1. P. 81–86.

Nouairi I., Ben Ammar W., Ben Youssef N. et al. Comparative study of cadmium effects on membrane lipid composition of *Brassica juncea* and *Brassica napus* leaves // Plant Sci. 2006. Vol. 170. P. 511–519.

Ouariti O., Boussama N., Zarrouk M. et al. Cadmium- and copper-induced changes in tomato membrane lipids // Phytochemistry. 1997. Vol. 45, N 7. P. 1343–1350.

Prasad M. N. V. Metal-biomolecule complexes in plants: Occurrence, functions, and applications // Analysis. 1998. Vol. 26, N 6. P. 25–28.

Rama Devi S., Prasad M. N. V. Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems / Eds. M. N. V. Prassad, J. Hagemeyer. Berlin, 1999. P. 99–117.

Rozentsvet O. A., Saksonov S. V., Dembitsky V. M. Occurence of diacylglyceryl-trimethylhomoserines and major phospholipids in some plants // Phytochemistry. 2000. Vol. 53. P. 1–7.

Sanita di Toppi L., Gabbrielli R. Response to cadmium in higher plants // Envir. and Exp. Bot. 1999. Vol. 41. P. 105–130.

Skorzynska E., Urbanik-Sypniewska T., Russa R., Baszynski T. Galactolipase activity in Cd-treated runner bean plants // J. Plant Physiol. 1991. Vol. 138. P. 454–459.

Tukendorf A. The response of spinach to excess of copper and cadmium // Photosynthetica. 1993. Vol. 28. P. 573–575.

Vaskovsky V. E., Latyshev N. A. Modified Jungnickeĺ s reagent for detecting phospholipids and other phosphorus compounds on thin-layer chromatograms // J. Chromatogr. 1975. Vol. 115. P. 246–249.

Wang X., Devaiah Sh. P., Zhang W., Welti R. Signaling functions of phosphatidic acid // Prog. Lipid Res. 2006. Vol. 45. P. 250–278.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Розенцвет Ольга Анатольевна
д.б.н.
Институт экологии Волжского бассейна РАН
ул. Комзина, 10, Тольятти, Россия, 445003
эл. почта: olgarozen@pochta.ru
тел. (8482) 489609

Богданова Елена Сергеевна
младший научный сотрудник
Институт экологии Волжского бассейна РАН
ул. Комзина, 10, Тольятти, Россия, 445003
эл. почта: cornales@mail.ru
тел. (8482) 489609

Мурзаева Светлана Васильевна
к.б.н.
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
ул. Институтская 3А, Пущино, Россия, 142290
эл. почта: svmurzaeva@rambler.ru
тел. (4967) 739265

Rozentsvet, Olga
Institute of Ecology of the Volga River Basin,
Russian Academy of Sciences
10 Komzin St., 445003 Togliatti, Russia
e-mail: olgarozen@pochta.ru
tel. (8482) 489609

Bogdanova, Elena
Institute of Ecology of the Volga River Basin,
Russian Academy of Sciences
10 Komzin St., 445003 Togliatti, Russia
e-mail: cornales@mail.ru
tel. (8482) 489609

Murzaeva, Svetlana
Institute of Theoretical and Experimental Biophysics,
Russian Academy of Sciences
3A Institutskaya St., 142290 Pushchino, Moscow Region, Russia
e-mail: svmurzaeva@rambler.ru
tel. (4967) 739265

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 105–111.

УДК 581.1

ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ У ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН *BRASICCA OLERACEAE* L. С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОСТАТОЧНЫХ ХЛОРОФИЛЛОВ

Г. Н. Смоликова

Санкт-Петербурский государственный университет

Приобретение устойчивости к обезвоживанию и деградация хлорофиллов являются важными процессами при созревании «ортодоксальных семян», однако хлорофиллы разрушаются не полностью и присутствуют в остаточных количествах в физиологически зрелых семенах многих видов растений. В работе изучена зависимость между содержанием остаточных хлорофиллов и устойчивостью к обезвоживанию у прорастающих семян капусты белокочанной. Показано, что на этапе прорастания, предшествующем проклевыванию зародышевого корешка, у семян с более высоким содержанием хлорофиллов устойчивость к обезвоживанию снижалась. Это проявлялось в задержке инициации клеточного цикла, снижении скорости прорастания и всхожести. Одной из причин снижения устойчивости может быть то, что присутствующие в семенах хлорофиллы оказывают повреждающее действие путем усиления окислительного стресса.

Ключевые слова: *Brasicca oleraceae* L., семена, деградация хлорофиллов, устойчивость к обезвоживанию, прорастание семян.

G. N. Smolikova. LOSS OF TOLERANCE TO DESICCATION DURING GERMINATION OF *BRASICCA OLERACEAE* L. SEEDS WITH DIFFERENT CONTENT OF RESIDUAL CHLOROPHYLLS

Development of tolerance to desiccation and degradation of chlorophylls are important processes in the maturation of orthodox seeds. However, chlorophylls do not degrade completely and are present in residual quantities in mature seeds of many plant species. We studied the relationship between the content of residual chlorophylls and tolerance to desiccation in germinating cabbage seeds. It was shown that the seeds with higher content of chlorophylls were less tolerant of desiccation at the stage of germination before radical protrusion. The manifestations were delay in cell cycle activation in the seed radicle, lowering of viability and germination rate. One of the presumable reasons for the decrease in seed tolerance is that chlorophylls may damage the cells by intensifying oxidative stress.

Key words: *Brasicca oleraceae* L., seeds, chlorophylls degradation, tolerance of desiccation, seed germination.

Введение

Процесс обезвоживания рассматривается как необходимое событие жизненного цикла у видов, продуцирующих так называемые ортодоксальные семена [Roberts, 1973]. При развитии ортодоксальных семян на материнском растении в них происходит потеря воды, что

совпадает с приобретением зародышами устойчивости к обезвоживанию. Обычно теряется свыше 80% воды, в результате активность метаболических процессов резко снижается, а семена переходят в состояние покоя [Хукстра, Головина, 1999; Golovina et al., 2001]. Очень важен тот факт, что вместе с устойчивостью к обезвоживанию семена приобретают неспецифическую устойчивость и к другим стрессорам окружающей среды.

При благоприятных условиях увлажнения, температуры и освещения метаболические реакции реактивируются и начинается прорастание семян. Эти процессы хорошо описаны в обзоре Н. В. Обручевой [Obroucheva, 2010]. При этом на начальных этапах прорастания семена могут быть обратимо высушены до исходного уровня влагосодержания без потери жизнеспособности.

Наряду с обезвоживанием необходимым условием завершения процесса созревания ортодоксальных семян является деградация хлорофиллов. По мере снижения влагосодержания в созревающих семенах происходят нарушение гранальной структуры хлоропластов, распад фотосистем и хлорофилл-белковых комплексов, в результате чего хлоропласты превращаются в пропластиды [Johnson-Flanagan, Thiagarajan, 1990; Borisjuk et al., 2005]. Есть основание полагать, что оба процесса – снижение содержания хлорофиллов и потеря воды – находятся под контролем одного гормона – абсцизовой кислоты [Ooms et al., 1993].

В этом контексте представляет интерес то, что в семенах многих высших растений хлорофиллы деградируют не полностью. На наличие остаточных хлорофиллов в семенах еще в 1909 г. указывали Н.А. Монтеверде и В.Н. Любименко. Более подробно этот феномен был описан в 1973 г. в монографии М.С. Яковлева и Г.Я. Жуковой «Покрытосеменные растения с зеленым и бесцветным зародышем». Авторы проанализировали семена 1094 видов из 182 семейств покрытосеменных растений и сделали вывод о том, что хлорофилл присутствует у 428 видов из 72 семейств.

Цель данной работы заключалась в выяснении существования зависимости между устойчивостью семян к обезвоживанию и присутствием в них остаточных хлорофиллов.

Материалы и методы

Семена капусты белокочанной (*Brasicca oleraceae* L.) с. Bartolo сортировали по интенсивности флуоресценции хлорофиллов (ИФХ) в семенных оболочках по методу [Jalink et al., 1998] на установке SeedScan I Laser Sorter (Sataka, USA), затем размещали на вращающемся диске с углублениями, облучали светом длиной волны 650 нм и регистрировали флуоресценцию хлорофиллов при 730 нм.

Для оценки устойчивости к обезвоживанию семена капусты инкубировали в воде в течение 24 и 48 ч, затем подсушивали до исходной влажности и после этого проращивали. Через 48 ч начиналось проклевывание семян. Для дальнейшей работы отбирали только непроклюнувшиеся семена, поскольку подсушивание семян с уже проклюнувшимся зародышевым корешком приводило к их гибели. Высушивание проводили в течение 3 суток при 22°С и 32%-ой влажности воздуха.

Для определения *влагосодержания* семян навески по 0,5 г помещали в термостат при 105° на 17 ч. Влагосодержание выражали в граммах воды на грамм сухого вещества (г/г). Для оценки *скорости прорастания и всхожести* семена проращивали на фильтровальной бумаге при 22°С. Количество проросших семян учитывали каждые сутки. Проросшими считали семена, у которых зародышевый корешок проклюнулся сквозь семенную оболочку. *Всхожесть семян* оценивали по количеству нормально развитых проростков, ненормально развитых проростков и непроросших семян через 10 дней прорастания.

Целостность мембран в семенах определяли по содержанию синапина, вышедшего из набухающих семян в инкубационный раствор, по методу [Lee et al., 1997]. Синапин (3,5-диметокси-4-гидроксициннамоилхолин) – холиновый эфир синаповой кислоты. Семена (25 шт.) помещали в 50 мл дистиллированной воды на 18 ч при 25°С. Синапин определяли по оптической плотности раствора при 322 нм на спектрофотометре СФ-46.

Определение содержания хлорофиллов a и b, каротинов и ксантофиллов. Зародыши семян растирали в смеси петролейного эфира и тетрагидрофурана (4:1, по объему). Спектры поглощения полученных экстрактов регистрировали на спектрофотометре Unikon 931 (*Kontron Instr*, Германия). Для расчета содержания пигментов использовали формулы, приведенные в работе О.В. Булда и др. [2008].

Клеточный цикл в зародышевых корешках семян капусты изучали на проточном цитометре *Coulter Epics XL-MCL* (Beckman-Coulter, USA). Растительную ткань измельчали в 1 мл охлажденного буфера, содержащего 137 мМ NaCl; 268 мкМ KCl; 0,5 мкМ KH_2PO_4; 2,0 мкМ Na_2HPO_4 с pH 7,3. После измельчения суспензию фильтровали через нейлоновый фильтр с диаметром пор 30 мкм. К раствору, содержащему ядра, добавляли РНКазу (10 мкл/мл) и флуоресцентный краситель (10 мкл/мл) и инку-

бировали 30 мин при 22°С. В качестве флуоресцентного красителя использовали иодистый пропидиум и 7-амино-актиномицин D. Инициацию клеточного цикла оценивали по отношению количества ядер в G_2 фазе клеточного цикла с 4С, 8С и т.д. набором ДНК к количеству ядер в G_1 фазе с 2С набором ДНК (G_2/G_1-отношение).

Результаты и обсуждение

Сортировка семян капусты на установке SeedScan I Laser Sorter позволила получить фракции с низкой и высокой интенсивностью флуоресценции хлорофиллов в семенных оболочках (далее – низкая и высокая ИФХ). Для сортировки использовали физиологически зрелые семена, собранные на стадии технической спелости. Семена полученных фракций не различались по массе (3,5 г) и содержанию воды (0,06 г/г), однако существенно отличались по количеству остаточных хлорофиллов. Зародыши семян с низкой ИФХ содержали в среднем 3 мкг/г Хл *a* и 1 мкг/г Хл *b*, а с высокой ИФХ – 32 мкг/г Хл *a* и 29 мкг/г Хл *b*, то есть наблюдалась разнокачественность семян по скорости деградации хлорофиллов при созревании. Представляло интерес, существуют ли различия по устойчивости к обезвоживанию между фракциями семян капусты с разным содержанием остаточных хлорофиллов.

На первом этапе работы была проанализирована динамика поступления воды при прорастании семян. Влагосодержание воздушно-сухих семян обеих фракций не различалось и составляло 0,06 г/г, однако при прорастании семена с высокой ИФХ набухали быстрее (табл. 1). После 24 ч прорастания влагосодержание семян с низкой ИФХ повышалось до 0,58 г/г, а с высокой ИФХ – до 0,69. Через 48 ч набухания влагосодержание непроросших семян с низкой ИФХ было равно 0,67 г/г, а с высокой ИФХ – 0,77. После прорастания эти различия нивелировались.

Мы полагаем, что различия по скорости набухания семян с разным содержанием остаточных хлорофиллов могут быть связаны с целостностью их мембран и семенных оболочек. Известно, что при набухании клеточные мембраны из гелевой фазы переходят в жидкокристаллическую, в результате чего меняется организация мембранных липидов [Хукстра, Головина, 1999]. Этот переход сопровождается кратковременным увеличением проницаемости мембран для воды и растворенных веществ. Для успешного прорастания семена должны восстановить структурную целостность мембран как можно быстрее. В противном случае слишком быстрое поступление воды будет провоцировать так называемый стресс набуханием.

В данной работе анализ целостности мембран в набухающих семенах капусты осуществляли по выходу в инкубационный раствор холинового эфира синаповой кислоты (синапина) (табл. 2). Семена набухали 18 ч, при этом влагосодержание семян повышалось с 0,06 до 0,7 г/г сух. вещества.

Таблица 1. Изменение влагосодержания (г воды / г сух. в-ва) при прорастании семян капусты, сортированных по ИФХ

Варианты	Низкая ИФХ	Высокая ИФХ
Воздушно-сухие семена	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
24 ч прорастания	0,58 ± 0,02	0,69 ± 0,03
48 ч прорастания (нпр)	0,67 ± 0,06	0,77 ± 0,05
48 ч прорастания (пр)	0,82 ± 0,04	0,87 ± 0,05

Примечание. нпр – непроклюнувшиеся семена; пр – проклюнувшиеся семена; «±» – стандартная ошибка средней арифметической.

Таблица 2. Выход синапина при прорастании семян капусты, сортированных по ИФХ

Фракции	Оптическая плотность инкубационного раствора при 330 нм	
	Жизнеспособные семена	Нежизнеспособные семена
Низкая ИФХ	0,025±0,004	0,454±0,028
Высокая ИФХ	0,091±0,023	0,714±0,063

Примечание. Нежизнеспособные семена получали автоклавированием (121°С, 30 мин); «±» – стандартная ошибка средней арифметической.

Эндогенное содержание синапина у фракций семян с низкой и высокой ИФХ не различалось и составляло 0,03 ± 0,01 мкг/г абс.сух. в-ва. При этом жизнеспособные семена с высоким ИФХ выделяли в инкубационный раствор в 3,5 раза больше синапина, чем жизнеспособные семена с низким ИФХ. Это свидетельствует о том, что у семян с высоким ИФХ целостность клеточных мембран была ниже, чем у семян с низким ИФХ. Различия по выходу синапина сохранялись и при набухании нежизнеспособных семян, которые получали путем автоклавирования. Поскольку клеточные мембраны после автоклавирования переставали функционировать, то факт присутствия разных количеств синапина в инкубационном растворе может быть связан только с различиями в целостности семенных оболочек.

Как известно, потеря устойчивости к обезвоживанию происходит у семян в процессе прорастания [Dasgupta et al., 1988; Faria et al., 2004]. В наших экспериментах семена капусты инкубировали в воде в течение 24 и 48 ч и далее высушивали до исходного влагосодержа-

ния (см. табл. 1). Хотелось бы обратить внимание на то, что видимое прорастание семян, сопровождающееся проклевыванием зародышевого корешка, начиналось через 48 ч, поэтому семена делили на две партии – непроросшие и проросшие (с визуально определяемым зародышевым корешком). Высушиванию подвергали только непроросшие семена. Устойчивость семян к обезвоживанию оценивали по их способности прорастать и формировать нормально развитые проростки после высушивания (рис. 1, 2).

Семена с низкой ИФХ имели 100%-ю всхожесть и формировали нормально развитые проростки. На 2-й день в этой фракции прорастало 14 % семян, на 3-й – 79, а на 4-й – 98. В случае, когда прорастание семян было прервано высушиванием как через 24 ч, так и через 48 ч, всхожесть и количество нормально развитых проростков не снижались, а скорость прорастания значительно увеличивалась (до 32 и 56 % семян на 2-й день прорастания соответственно). Все это говорит о том, что семена с низкой ИФХ сохраняли устойчивость к обезвоживанию на всех этапах прорастания. Высушивание не только не снижало жизнеспособность семян, но и повышало скорость их прорастания при последующей гидратации. Это связано с тем, что метаболические процессы, инициирующие прорастание, при высушивании задерживаются и при повторном поступлении воды идут дальше. На данном эффекте основаны предпосевные обработки семян методом замачивания–высушивания и осмопрайминга.

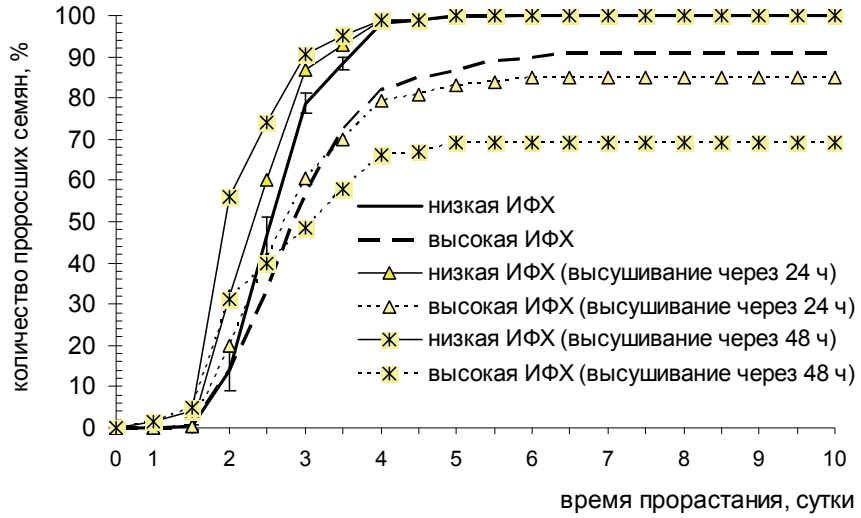


Рис. 1. Динамика прорастания семян капусты, сортированных по ИФХ, в связи с их высушиванием через 24 и 48 ч прорастания

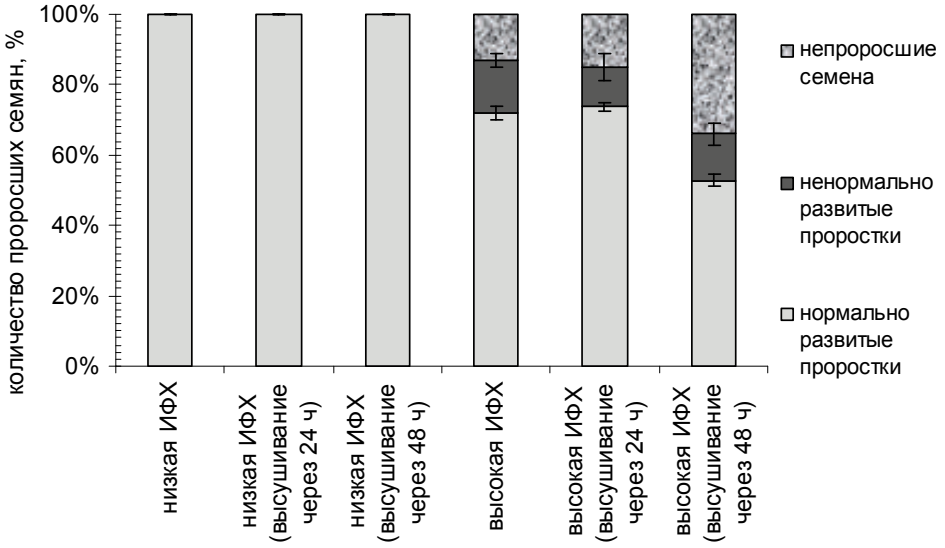


Рис. 2. Развитие проростков капусты, сортированных по ИФХ, в связи с высушиванием семян через 24 и 48 ч прорастания

Семена с высокой ИФХ имели всхожесть 87 %, при этом 15 % проростков развивались с морфологическими нарушениями (см. рис. 2). В случае, когда прорастание семян было прервано высушиванием через 24 ч, всхожесть и количество нормально развитых проростков не снижались, а скорость прорастания увеличивалась (так же как и у семян с низкой ИФХ). Вместе с тем высушивание семян через 48 ч набухания приводило к существенной потере их жизнеспособности: всхожесть семян снижалась до 69 %.

Таким образом, потеря устойчивости к обезвоживанию у семян капусты происходит непосредственно перед или в момент проклевывания зародышевого корешка сквозь семенную оболочку. В этот период прорастания проявлялись различия между семенами с разным содержанием остаточных хлорофиллов, поэтому его можно рассматривать как критический (переходный).

Представляло интерес изучить, как потеря устойчивости к обезвоживанию соотносится с особенностями инициации клеточного цикла в клетках зародышевых корешков семян. Известно, что большинство клеток меристематических тканей в зародышах воздушно-сухих семян находятся на пресинтетической фазе клеточного цикла (G_1) или переходят в фазу покоя (G_0) [De Castro, 1998]. В диплоидных соматических клетках, к которым относятся клетки семян капусты, на фазе G_0/G_1 ядра содержат 2C набор ДНК (C – количество ДНК, содержащееся в гаплоидном наборе хромосом). Такие клетки характеризуются отсутствием сигналов к делению, и индукция клеточного цикла происходит только под действием внешнего стимула, которым при прорастании семян является вода. При набухании клетки зародышей переходят от фазы G_0/G_1 к фазе S/G_2 с удвоенным(4C) набором ДНК в ядрах. Протяженность этого перехода определяется количеством и скоростью репарации имеющихся в ДНК повреждений [Osborne, 1994].

В наших исследованиях, проведенных с использованием проточной цитометрии, было установлено, что около 80 % ядер в клетках зародышевых корешков воздушно-сухих семян капусты содержали 2C набор ДНК и около 20 % ядер «уходили» в покой с 4C набором ДНК. При этом статистически достоверной разницы между воздушно-сухими семенами с разным содержанием остаточного хлорофилла не обнаружено. Для оценки динамики инициации клеточного цикла мы изучали отношение количества ядер в G_2 фазе клеточного цикла к количеству ядер в G_1 фазе (G_2/G_1-отношение) (рис. 3).

Через 24 ч прорастания G_2/G_1-отношение в клетках зародышевых корешков семян с высокой ИФХ не изменялось и составляло 0,11, а у семян с низкой ИФХ повышалось с 0,13 до 0,23. Через 48 ч прорастания непосредственно перед проклевыванием зародышевого корешка в семенах с низкой ИФХ G_2/G_1-отношение повышалось до 0,7, а в семенах с высокой ИФХ – до 0,2. Поскольку инициации клеточного цикла в этот момент еще не наступало, незначительное повышение данного показателя можно объяснить репарацией ДНК. Инициация клеточного цикла в зародышевых корешках семян капусты совпадает с удлинением клеток и видимым проклевыванием зародышевого корешка сквозь семенную оболочку. Она характеризовалась быстрым переходом ядер из G_1 в G_2 фазу клеточного цикла, в результате G_2/G_1-

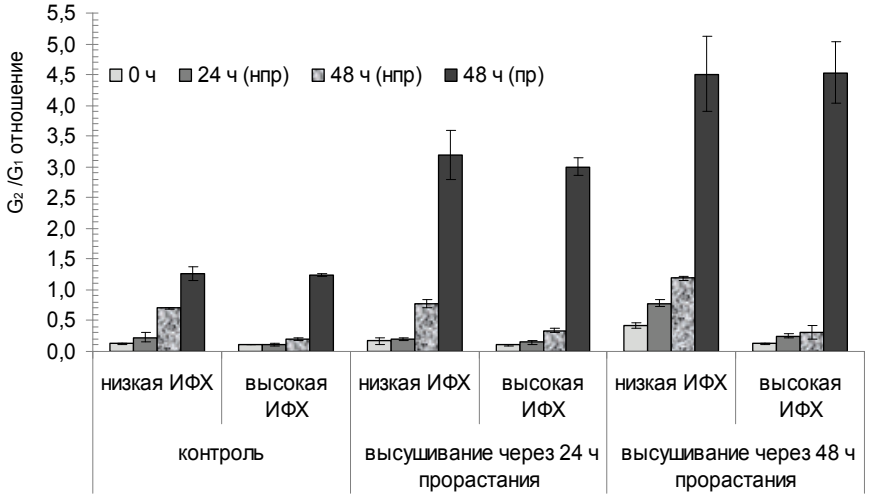


Рис. 3. Динамика отношения количества ядер в G_2 фазе клеточного цикла к количеству ядер в G_1 фазе (G_2/G_1-отношение) в прорастающих зародышевых корешках семян капусты

Высушивание – семена инкубировали в воде 24 и 48 ч и затем высушивали; нпр – непроклюнувшиеся семена; пр – проклюнувшиеся семена

отношение в семенах обеих фракций увеличивалось до 1,2.

Высушивание семян через 24 ч прорастания привело к возвращению G_2/G_1-отношения до 0,17 у семян с низкой ИФХ и до 0,10 у семян с высокой ИФХ. Далее при повторной гидратации G_2/G_1-отношение опять постепенно повышалось до момента проклевывания зародышевого корешка, причем у семян с низкой ИФХ оно было выше, чем у семян с высокой ИФХ. Интересно, что в проклюнувшихся зародышевых корешках G_2/G_1-отношение было выше, чем при прорастании контрольных семян (3,1 по сравнению с 1,2).

Такая же тенденция наблюдалась и у семян, которые высушивали через 48 ч прорастания. Высушенные семена с низкой ИФХ имели G_2/G_1-отношение, равное 0,42, а с высокой ИФХ – 0,13. При прорастании семян с низкой ИФХ G_2/G_1-отношение в клетках повышалось быстрее, и к моменту проклевывания оно составляло 1,19 по сравнению с 0,31 у семян с высокой ИФХ. В проклюнувшихся зародышевых корешках G_2/G_1 отношение увеличивалось до 4,5.

Анализ динамики инициации клеточного цикла в зародышевых корешках прорастающих семян капусты подтверждает эффекты, полученные при оценке скорости прорастания и всхожести семян. Семена с низкой ИФХ при высушивании как через 24 ч, так и через 48 ч прорастания имели более высокое отношение G_2/G_1 по сравнению с семенами с высокой ИФХ. Это говорит о том, что повреждения ДНК при высушивании семян с низкой ИФХ не происходило. В то же время наблюдалось значительное снижение G_2/G_1-отношения в семенах с высокой ИФХ, подвергнутых высушиванию через 48 ч прорастания, что свидетельствует о повреждении ДНК и потере устойчивости к обезвоживанию.

Таким образом, семена капусты с более высоким содержанием остаточных хлорофиллов быстрее теряли устойчивость к обезвоживанию при прорастании. Эти семена характеризовались также более высокой скоростью поступления воды при прорастании и более низкой целостностью мембран и семенных оболочек.

Причина более низкой устойчивости к обезвоживанию у семян с высоким содержанием остаточных хлорофиллов может быть связана с тем, что хлорофиллы оказывают повреждающее действие на семена путем усиления окислительного стресса. Поскольку хлорофиллы в семенах находятся в пропластидах с разрушенной гранальной системой [Johnson-Flanagan, Thiagarajan, 1990; Borisjuk et al., 2005], система акцептирования электронов при возбуждении электронов хлорофиллов не работает подобно тому, как это происходит в хлоропластах. В результате энергия возбуждения будет рассеиваться или в виде флуоресценции, или путем образования синглетного кислорода, вызывая окисление органических соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 11-04-00701а). Автор благодарит доктора С. Грута и Я. Бергервоета (Международный центр по исследованию растений г. Вагенинген, Нидерланды) за предоставление семян и проведение проточно-цитометрических исследований.

Литература

Булда (Борискевич) О. В., Рассадина В. В., Алексейчук (Смоликова) Г. Н., Ламан Н. А. Спектрофотометрический метод определения содержания каротинов, ксантофиллов и хлорофиллов в экстрактах семян растений // Физиология растений. 2008. Т. 55. С. 604–611.

Монтеверде Н. А., Любименко В. Н. О зеленом пигменте внутренней оболочки семян *Cucurbitaceae* и его отношении к хлорофиллу // Изв. Санкт-Петербургского бот. сада. 1909. Т. 9. С. 2–3.

Хукстра Ф. А., Головина Е. А. Поведение мембран при дегидратации и устойчивость ангидробиотических организмов к обезвоживанию // Физиология растений. 1999. Т. 46, № 3. С. 347–361.

Яковлев М. С., Жукова Г. Я. Покрытосеменные растения с зеленым и бесцветным зародышем (хлоро- и лейкоэмбриофиты). Л.: Наука, 1973. 116 с.

Borisjuk L., Nguyen T. H., Neuberger T. et al. Gradients of lipid storage, photosynthesis and plastid differentiation in developing soybean seeds // New Phyt. 2005. Vol. 167. P. 761–776.

Dasgupta J., Bewley J. D., Yeung E. C. Desiccation-tolerant and desiccation-intolerant stages during development and germination of *Phaseolus vulgaris* seeds // J. Exp. Botany. 1988. Vol. 33. P. 1045–1057.

De Castro R. D. A functional analysis of cell cycle events in developing and germinating tomato seeds: PhD thesis. 1998. 110 p.

Faria R., van Lammeren J. M., Hilhorst H. W. M. Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera subsp. Affinis* // Seed Science Research. 2004. Vol. 14. P. 165–179.

Golovina E. A., Hoekstra F. A., van Aelst A. C. The competence to acquire cellular dessication tolerance is dependent of seed morphological development // J. Exp. Bot. 2001. Vol. 52. P. 1015–1027.

Jalink H., van der Schoor R., Frandas A. et al. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleracea* seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance // Seed Science Research. 1998. Vol. 8. P. 437–443.

Johnson-Flanagan A. M., Thiagarajan M. R. Degreening in canola (*Brassica napus*, cv. Westar) embryos under optimum conditions // J. Plant Phys. 1990. Vol. 136. P. 180–186.

Lee P. C., Taylor A. G. Sinapine leakage for detection of seed quality in *Brassica* // in Basic and Applied Aspects

of Seed Biology / Ed. R.H. Ellis. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. P. 537–545.

Obroucheva N. V. Distinct regulatory patterns of seed dormancy release and germination commencement // Seed Science and Technology. 2010. Vol. 38. P. 265–279.

Ooms J. J., Leon-Kloosterziel K. M., Bartel D. et al. Acquisition of desiccation tolerance and longevity in seeds *of Arabidopsis thaliana*. A comparative study using abscisic acid-insensitive *abi3* mutants // Plant Physiol. 1993. Vol. 102. P. 1185–1191.

Osborne D. J., Boubriak I. I. DNA and desiccation tolerance // Seed Science Research. 1994. Vol. 4. P. 175–185.

Roberts E. H. Predicting the storage life of seeds // Seed Science and Technology. 1973. N 1. P. 499–514.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Смоликова Галина Николаевна
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Санкт-Петербургский государственный университет
биолого-почвенный факультет
кафедра физиологии и биохимии растений
Университетская наб., 7/9
199034, Санкт-Петербург, Россия
эл. почта: galina.smolikova@gmail.com
тел.: (812)3289695

Smolikova, Galina
Plant Physiology and Biochemistry Department
Faculty of Biology and Soil Sciences
Saint-Petersburg State University
Universitetskaya nab., 7/9,
St. Petersburg, 199034, Russia
e-mail: galina.smolikova@gmail.com
tel: (812)3289695

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 112–116.

УДК 581.1

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ИНГИБИТОРОВ У ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

В. В. Таланова, А. Ф. Титов, Л. В. Топчиева, Н. С. Репкина

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Изучено влияние кадмия (100 мкМ) на экспрессию генов, кодирующих АТФ-зависимые сериновые протеиназы хлоропластов и митохондрий (*ClpP*, *Lon1*), цистеиновую протеиназу (*Cys*), а также ингибитор цистеиновой протеиназы (*inCys*), в листьях проростков яровой пшеницы (с. Ленинградская 97). Установлено, что в начальный период (5 ч) его действия на растения происходит усиление экспрессии генов протеолитических ферментов *ClpP* и *Lon1*, однако в дальнейшем (3–4 сут) уровень транскриптов этих генов снижается до исходных значений. Содержание транскриптов гена ингибитора протеиназ *inCys* также резко повышалось в первые часы действия кадмия, а затем возвращалось к исходному уровню. В отличие от этого экспрессия гена *Cys* была снижена в течение всего периода действия кадмия. Полученные данные рассматриваются как свидетельство участия протеолитических ферментов и их ингибиторов в неспецифических защитно-приспособительных реакциях растений пшеницы.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., кадмий, экспрессия генов, протеолитические ферменты, ингибитор протеиназ.

V. V. Talanova, A. F. Titov, L. V. Topchieva, N. S. Repkina. EFFECT OF CADMIUM ON GENE EXPRESSION OF PROTEOLYTIC ENZYMES AND THEIR INHIBITORS IN WHEAT SPROUTS

We studied the effect of cadmium (100 μM) on the expression of the genes encoding ATP-dependent serine proteinases of chloroplasts and mitochondria (*ClpP*, *Lon1*), cysteine proteinase (*Cys*), as well as the inhibitor of cysteine proteinase (*inCys*) in the leaves of spring wheat sprouts (Leningradskaya 97 var.). In the early period (5 h) of the exposure the expression of the genes of proteolytic enzymes *ClpP* & *Lon1* is intensified, but the content of the transcripts of these genes decreases further on (3–4 days) to the original values. The content of the proteinase inhibitor gene *inCys* transcripts also dropped sharply in the early period (first hours) of exposure to cadmium, and then returned to the initial level. In contrast, *Cys* gene expressions remained lowered throughout the exposure. The resultant data are regarded as evidence for participation of proteolytic enzymes and their inhibitors in non-specific protective-adaptive responses of wheat plants.

Key words: *Triticum aestivum* L., cadmium, gene expression, proteolytic enzymes, proteinase inhibitor.

Введение

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием промышленности во многих регионах мира наблюдается возрастающее загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. К их числу относится кадмий, который, являясь высокотоксичным металлом, оказывает негативное влияние на многие стороны жизнедеятельности растений [Титов и др., 2007; Dong at al., 2007]. Его токсическое действие прежде всего связано со способностью взаимодействовать с SH-группами белков, что приводит к инактивации ферментов и изменению биологических свойств белков и сопровождается различными нарушениями метаболизма и физиологических процессов [Sanità di Toppi, Gabrielli, 1999].

Как известно, одной из ранних неспецифических реакций растений на действие стресс-факторов разной природы выступает усиление процессов биодеградации, среди которых особое место занимает протеолиз – ферментативный гидролиз белков и пептидов, катализируемый протеолитическими ферментами [Блехман, Шеламова, 1992]. В этом случае протеолитические ферменты и их ингибиторы, контролируя процессы деградации и модификации белков, препятствуют накоплению неактивных ферментов или поврежденных белков и пептидов в клетках растений [Мосолов и др., 2001]. Помимо этого, протеолитические ферменты участвуют в регуляции многих физиолого-биохимических процессов посредством реакций ограниченного протеолиза [Валуева, Мосолов, 2002], что также имеет определенное значение для защитно-приспособительных реакций растений.

Учитывая то, что воздействие тяжелых металлов на растения сопровождается значительными изменениями в активности протеолитических ферментов [Shah, Dubey, 1998; Pena et al., 2006; Домаш и др., 2008], логично ожидать, что в этом случае могут происходить определенные изменения и в экспрессии кодирующих их генов, однако сведения об этом в известной нам литературе практически отсутствуют. Исходя из этого, цель нашей работы – изучение экспрессии генов, кодирующих АТФ-зависимые сериновые протеиназы, цистеиновые протеиназы и их ингибиторы, в условиях действия кадмия на проростки пшеницы.

Материалы и методы

Эксперименты проводили с проростками яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с. Ленинградская 97, выращенными в рулонах фильтровальной бумаги на питательном растворе Кнопа с добавлением микроэлементов (pH 6,2–6,4) в камере искусственного климата при температуре воздуха 22°C, его относительной влажности 60–70%, освещенности 10 клк и фотопериоде 14 ч. По достижении недельного возраста проростки в течение 4 сут подвергали воздействию кадмия (100 мкМ) в форме сульфата, сохраняя прочие условия неизменными.

Тотальную РНК выделяли с помощью набора YellowSolve (Clonogene, Россия). Качество и количество выделенной РНК определяли методом капиллярного электрофореза на микрочипах (Experion, «Био-Рад»). Для удаления остатков ДНК препарат РНК обрабатывали ДНКазой («Силекс»). Уровень экспрессии генов оценивали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени. Флуорофором для детекции продуктов служил интеркалирующий краситель SYBR Green. Амплификацию проводили в приборе iCycler с оптической приставкой iQ5 («Био-Рад»), используя наборы для амплификации, совмещенные с обратной транскрипцией. Для ПЦР в режиме реального времени применяли праймеры («Синтол»), представленные в таблице. В качестве референтного гена использовали актин. Специфичность продуктов амплификации проверяли плавлением ПЦР фрагментов. На рисунке приведены средние арифметические значения и их стандартные ошибки.

Праймеры для проведения ПЦР в режиме реального времени

Ген	Нуклеотидная последовательность 5' ...3'	
	прямого праймера	обратного праймера
ClpP	GTGGCTAATCTCAGGAA	GCCCGATAATAAGCACATA
Lon1	TCGCCATACTGCCGTTCC	CCTGAATCACTGCCCAC
Cys	CACCCAGACAAGCAACCA	GCGTCCCTGTAGGTCTTCC
inCys	CGTCGTGCCGTTTACTC	AGTCCTTGATGCCTCCC
actin	GGGACCTCACGGATAATCTAATG	AACCTCCACTGAGAACAACATTAC

Результаты и обсуждение

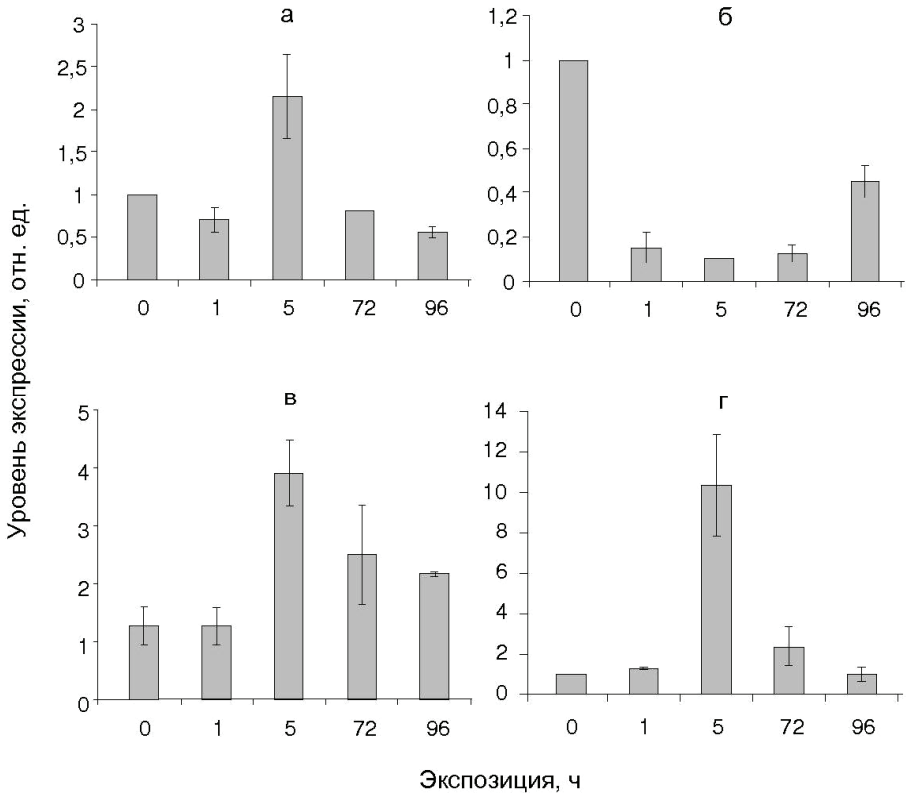
Установлено, что в начальный период (через 1 ч) действия кадмия экспрессия генов *ClpP* и *Lon1*, кодирующих АТФ-зависимые сериновые протеиназы хлоропластов и митохондрий, не изменяется (см. рис.), однако уже через 5 ч отмечено значительное увеличение уровня экспрессии генов *ClpP* и *Lon1* (в 2 и 4 раза соответственно). В последующие 3–4 сут действия кадмия экспрессия гена *ClpP* возвращалась к исходным значениям. Содержание транскриптов гена *Lon1* в клетках листа через 3 сут от начала действия кадмия несколько снижалось по сравнению с максимумом, но даже через 4 сут почти в 2 раза превышало исходный уровень.

В отличие от этого количество транскриптов гена *Cys*, кодирующего цистеиновую протеиназу, резко падало по сравнению с исходным уровнем уже через 1 ч от начала действия кадмия и оставалось пониженным в течение всего периода действия металла (см. рис.). В то же время экспрессия гена *inCys*, кодирующего ингибитор цистеиновой протеиназы, не изменялась в начальный период (1 ч) воздействия кадмия на проростки, резко (в 10 раз) повышалась через 5 ч, а затем снижалась и на 4 сут возвращалась к исходным значениям.

Таким образом, из результатов следует, что экспрессия генов *ClpP*, *Lon1* и *inCys* в условиях действия кадмия носит транзиторный характер: содержание их транскриптов значительно повышается через 5 ч от его начала, а затем снижается до исходных значений. В связи с этим можно предположить, что реакция растений пшеницы в начальный период (первые часы) действия этого металла была связана с активацией экспрессии указанных генов, которая, вероятнее всего, направлена на увеличение активности протеолитических ферментов, участвующих в деградации и модификации поврежденных белков, а также белков, уже не выполняющих свои функции (или выполняющих их не в полном объеме) в изменившихся условиях.

Сопоставление полученных данных с имеющимися в литературе указывает на сходство в изменении экспрессии генов протеиназ у растений при действии на них тяжелых металлов и других стресс-факторов. Так, под влиянием низкой закаливающей температуры отмечено усиление экспрессии генов *Lon1* и *ClpP* в листьях проростков озимой пшеницы [Фролова и др., 2009]. Также усиление экспрессии генов цистеиновых протеиназ обнаружено под влиянием низкой температуры у томата [Schaffer, Fisher, 1988] и пшеницы [Фролова, 2008], в условиях засухи – у арабидопсиса [Koizumi et al., 1993], при засолении – у гороха [Jones et al., 1995], при аноксии – у кукурузы [Subbaiah et al., 2000]. В листьях каштана повышенный уровень транскриптов фитоцистатинов (ингибиторов цистеиновых протеиназ) отмечен при действии низкой и высокой температуры, а также избыточного засоления [Pernas et al., 2000].

Наши результаты показывают, что реакция растений пшеницы на действие кадмия сопровождается быстрой экспрессией гена *Lon1,*



Влияние кадмия (100 мкМ) на экспрессию генов протеолитических ферментов *ClpP* (а), *Cys* (б), *Lon1* (в) и гена ингибитора цистеиновых протеиназ *inCys* (г) в листьях проростков яровой пшеницы (с. Ленинградская 97).

Уровень экспрессии генов у растений контрольного варианта (при 22°С) принят за единицу

кодирующего АТФ-зависимую Lon протеиназу, локализованную в мембранах митохондрий и тилакоидах хлоропластов и участвующую в деградации белков [Sonezaki et al., 1995]. Вместе с тем повышенная продукция этого фермента может вызывать деградацию нормальных белков и в итоге летальна для клетки [Goff, Goldberg, 1987]. Вероятно, отмеченное нами снижение экспрессии этого гена до исходного уровня через 3–4 сут действия кадмия свидетельствует о стабилизации белковых комплексов в органеллах и завершении процесса адаптации растения в целом. Характер изменений экспрессии гена *ClpP*, кодирующего Clp протеиназу хлоропластов, также подтверждает его возможное участие в регуляции протеолиза белков хлоропластов в первые часы воздействия кадмия.

Наши данные об усилении экспрессии гена ингибитора цистеиновых протеиназ указывают на их важную роль в регуляции активности протеолитических ферментов и предотвращении распада вновь синтезированных белков на начальных этапах адаптации пшеницы к действию кадмия. Наряду с этим исследование показало, что изменения в экспрессии генов протеиназ и их ингибиторов с увеличением периода действия кадмия на растения становятся менее выраженными. Отсюда следует, что наиболее важные изменения в экспрессии данной группы генов происходят именно в первые часы действия стрессора и, очевидно, они являются частью тех неспецифических изменений в метаболизме, которые должны обеспечить время, необходимое для разворачивания долговременных специализированных адаптивных программ [Кузнецов, 1992], направленных на повышение устойчивости растений, что в итоге предопределяет возможность их выживания в условиях стресса, обусловленного действием кадмия.

В целом обнаруженное нами быстрое повышение уровня экспрессии генов протеиназ и их ингибиторов под влиянием кадмия делает вероятным предположение об их непосредственном участии в защитно-приспособительных реакциях растений яровой пшеницы, происходящих на первом этапе процесса их адаптации к ионам кадмия и носящих неспецифический характер.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00650а).

Литература

Блехман Г. И., Шеламова Н. А. Синтез и распад макромолекул в условиях стресса // Успехи современной биологии. 1992. Т. 112, № 2. С. 281–297.

Валуева Т. А., Мосолов В. В. Роль ингибиторов протеолитических ферментов в защите растений // Успехи биологической химии. 2002. Т. 42. С. 193–216.

Домаш В. И., Шарпио Т. П., Забрейко С. А., Сосновская Т. Ф. Протеолитические ферменты и ингибиторы трипсина высших растений в условиях стресса // Биоорг. химия. 2008. Т. 34, № 3. С. 353–357.

Кузнецов Вл. В. Индуцибельные системы и их роль при адаптации растений к стрессорным факторам: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Кишинев, 1992. 74 с.

Мосолов В. В., Григорьева Л. И., Валуева Т. А. Ингибиторы протеиназ из растений как полифункциональные белки (обзор) // Прикладная биохимия и микробиол. 2001. Т. 37, № 6. С. 643–650.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 170 с.

Фролова С. А. Влияние низкой температуры на активность протеиназно-ингибиторной системы растений: автореф. дис. …канд. биол. наук. Петрозаводск, 2008. 28 с.

Фролова С. А., Титов А. Ф., Топчиева Л. В. и др. Экспрессия генов протеолитических ферментов и их ингибиторов при холодовом закаливании пшеницы // Устойчивость организмов к неблагоприятным факторам внешней среды: мат-лы Всерос. науч. конф. 24–28 августа 2009 г. Иркутск, 2009. С. 496–499.

Dong J., Mao W. H., Zhang G. P. et al. Root excretion and plant tolerance to cadmium toxicity – a review // Plant Soil Environ. 2007. Vol. 53, N 5. P. 193–200.

Goff S. A., Golgberg A. L. An increased content of protease La, the *lon* gene product, increases protein degradation and block growth in *Escherihia coli* // J. Biol. Chem. 1987. Vol. 262. P. 4508–4515.

Jones J. T., Mullet J. E. A salt- and dehydration-inducible pea gene, Cyp15a, encode a cell-wall protein with sequence similarity to cysteine proteases // Plant Mol. Biol. 1995. Vol. 28. P. 1055–1063.

Koizumi M., Yamaguchi-Shonozaki K., Tsuji H., Shinozaki K. Structure and expression of two genes that encode distinct drough-inducible cysteine proteinases in *Arabidopsis thaliana* // Gene. 1993. Vol. 129. P. 175–182.

Pena L. B., Tomaro M. L., Gallego S. M. Effect of different metals on protease activity in sunflower cotyledons // Electronic J. Biotech. 2006. Vol. 9, N 3. P. 258–262.

Pernas M., Sanches-Monge R., Salcedo G. Biotic and abiotic stress induce cystatine expression in chestnut // FEBS Letter. 2000. Vol. 467, N 2–3. P. 206–210.

Sanità di Toppi L., Gabbrielli R. Response to cadmium in higher plants // Environ. Exp. Bot. 1999. Vol. 41. P. 105–130.

Schaffer M. A., Fisher R. L. Analysis of mRNA that accumulate in response to low temperature identifies a thiol protease in tomato // Plant Physiol. 1988. Vol. 87. P. 431–436.

Shah K., Dubey R. S. Cadmium elevates level of protein, amino acid and alters activity of proteolytic enzymes in germinating rice seeds // Acta Physiol. Plant. 1998. Vol. 20, N 2. P. 189–196.

Sonezaki S., Okita K., Oba T. et al. Protein substrates and heat shock reduce the DNA-binding ability of *Esherichia coli* Lon protease // Appl. Microbiol. Biotechnol. 1995. Vol. 44. P. 484–488.

Subbaiah C. C., Kollipara K. P., Sachs M. M. A Ca^{2+}-dependent cysteine protease is associated with anoxia-induced root tip death in maize // J. Exp. Bot. 2000. Vol. 51, N 345. P. 721–730.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Таланова Вера Викторовна
ведущий научный сотрудник, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: talanova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762712

Титов Александр Федорович
Председатель КарНЦ РАН, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: titov@krc.karelia.ru

Топчиева Людмила Владимировна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: topchieva@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Репкина Наталья Сергеевна
аспирант
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ntr9@ya.ru
тел. (8142) 762712

Talanova, Vera
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: talanova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762712

Titov, Aleksandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: titov@krc.karelia.ru

Topchieva, Lyudmila
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: topchieva@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Repkina, Natalia
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ntr9@ya.ru
tel. (8142) 762712

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 117–120.

УДК 581.1.

ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА АКТИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И ИНГИБИТОРОВ ТРИПСИНА ПРИ ХОЛОДОВОЙ АДАПТАЦИИ ПШЕНИЦЫ

А. Ф. Титов, С. А. Фролова, В. В. Таланова, Ю. В. Венжик

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Изучено влияние экзогенных фитогормонов – абсцизовой кислоты (АБК) и цитокинина (в форме его синтетического аналога 6-бензиламинопурина) на динамику активности протеолитических ферментов и ингибиторов трипсина в листьях проростков пшеницы, подвергнутых действию низкой закаливающей температуры (5°С). Показано, что повышение холодоустойчивости растений, индуцированное воздействием АБК и цитокинина, сопряжено с существенными изменениями в активности амидаз и цистеиновых протеиназ, а также ингибиторов трипсина.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., протеолитические ферменты, ингибитор трипсина, абсцизовая кислота, цитокинин.

A. F. Titov, S. A. Frolova, V. V. Talanova, Yu. V. Venzhik. EFFECT OF PLANT HORMONES ON THE ACTIVITY OF PROTEOLYTIC ENZYMES AND TRYPSIN INHIBITORS DURING COLD ADAPTATION OF WHEAT

We studied the effect of exogenous hormones – abscisic acid (ABA) and cytokinin (in the form of its synthetic analog 6-benzylaminopurine), on the activity of proteolytic enzymes and tripsin inhibitor in the leaves of wheat seedlings exposed to low hardening temperature (5°C). The increase in plant cold resistance induced by ABA and cytokinin exposure was closely connected with considerable changes in the activity of amidases and cysteine proteinases, as well as the inhibitor of tripsin.

Key words: *Triticum aestivum* L., proteolytic enzymes, tripsin inhibitor, abscisic acid, cytokinin.

Введение

Активность протеолитических ферментов и их ингибиторов, контролирующих процессы деградации и модификации различных белков и ферментов, может существенно изменяться в период действия на растения неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды [Валуева, Мосолов, 2002; Домаш и др., 2008], включая низкие температуры [Фролова, Титов, 2008]. Вместе с тем хорошо известно, что под влиянием низких температур в тканях растений происходят значительные изменения в содержании таких фитогормонов, как абсцизовая кислота (АБК) [Таланова и др., 1991] и цитокинины [Веселов и др., 2002], играющих важную роль в механизмах холодовой адаптации [Титов, Таланова, 2009]. Что касается возможного участия этих гормонов в регуляции активности протеиназ при адаптации растений к низким температурам, то такие сведения отсутствуют. С учетом этого нами изучено влияние экзогенных АБК и цитокинина на динамику активности протеолитических ферментов и их ингибиторов в условиях холодового закаливания проростков пшеницы.

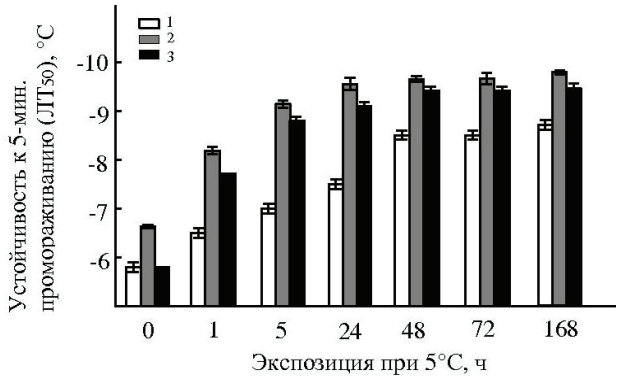


Рис. 1. Влияние АБК и БАП на холодоустойчивость листьев проростков пшеницы при действии температуры 5°С

Здесь и на рис. 2 : 1–5°С, 2–5°С + АБК, 3–5°С + БАП

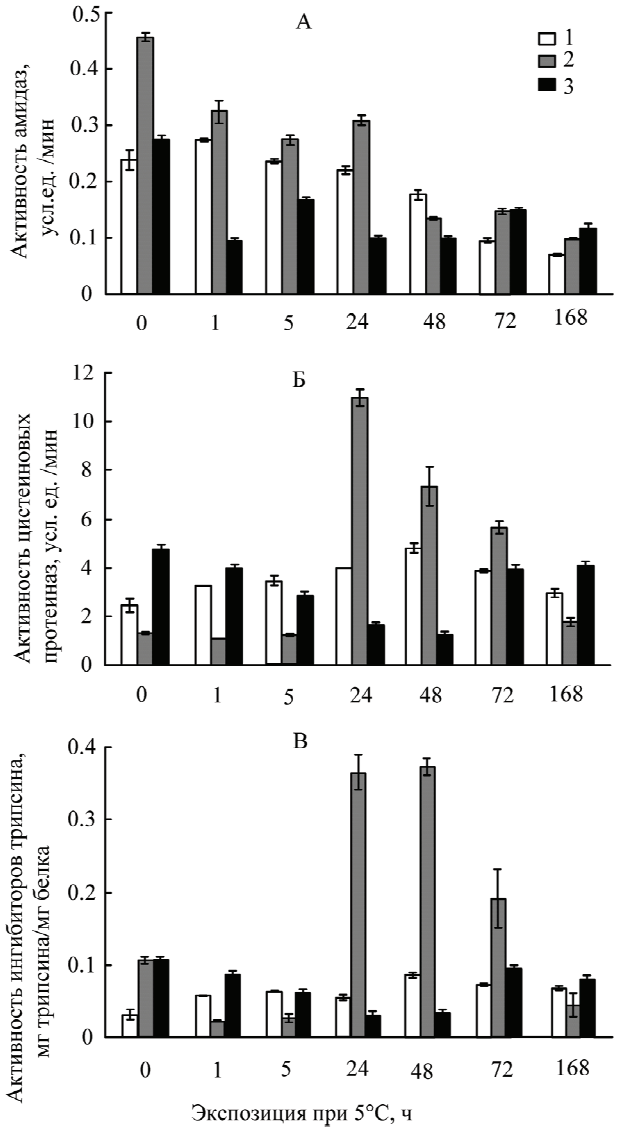


Рис. 2. Влияние АБК и БАП на активность амидаз (А), цистеиновых протеиназ (Б) и ингибиторов трипсина (В) в листьях проростков пшеницы при действии температуры 5°С

Материалы и методы

Опыты проводили на проростках озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с. Московская 39, выращенных в течение 7 сут на питательном растворе Кнопа при температуре воздуха 22°С, его относительной влажности 60–70%, освещенности около 10 клк и фотопериоде 14 ч. В дальнейшем проростки подвергали действию низкой закаливающей температуры (5°С), сохраняя неизменными прочие условия. За сутки до холодового воздействия часть проростков помещали на растворы АБК (0,1 мМ) или синтетического аналога цитокинина 6-бензиламинопурина (БАП) (0, 01 мМ).

О холодоустойчивости проростков судили по реакции клеток листа на 5-минутное тестирующее промораживание в микрохолодильнике, при этом в качестве показателя устойчивости служила температура ($ЛТ_{50}$), вызывающая гибель 50% клеток [Балагурова и др., 1982]. Активность сериновых трипсиноподобных протеиназ (амидаз) в листьях проростков определяли с использованием синтетического субстрата – N_{α}-бензоил-DL-аргинин-4-нитроанилида гидрохлорида (БАПА) [Erlanger et al., 1961], активность цистеиновых протеиназ – по модифицированному методу Кунитца [Sgarbieri et al., 1964], ингибиторную активность – по подавлению активности трипсина [Morichara et al., 1967].

Средние арифметические значения из трех независимых опытов и их стандартные ошибки приведены на рис. 1, 2. Обсуждаются величины, достоверные при $P \leq 0{,}05$.

Результаты и обсуждение

Установлено, что предобработка АБК проростков пшеницы приводит к увеличению их устойчивости еще до начала холодового воздействия (см. рис. 1). При действии температуры 5°С у проростков, обработанных АБК, уже в начальный период (1–5 ч) наблюдался значительный прирост устойчивости, в результате чего она превышала уровень, характерный для проростков, закаливаемых в течение нескольких суток без АБК. В присутствии БАП скорость и величина прироста устойчивости проростков также заметно превышали таковые в варианте «закалка без гормонов».

У проростков, не подвергавшихся обработке экзогенными гормонами, в начальный период действия температуры 5°С (1–24 ч) усиливалась активность амидаз, цистеиновых протеиназ и ингибиторов трипсина (см. рис. 2). В дальнейшем активность амидаз и ингибиторов трипсина снижалась до уровня, характерного для незакаленных растений, в то время как повышенный уровень активности цистеи-

новых протеиназ сохранялся на протяжении всего процесса закаливания.

Обработка АБК проростков приводила к значительному повышению активности амидаз и ингибиторов трипсина и снижению активности цистеиновых протеиназ в листьях еще до начала действия температуры 5°С (см. рис. 2). При последующем воздействии низкой температуры в присутствии АБК на фоне роста холодоустойчивости активность амидаз в течение 7 сут постепенно снижалась, но при этом она заметно превышала таковую в варианте «закалка без гормонов». В первые часы действия низкой температуры активность цистеиновых протеиназ и ингибиторов трипсина под влиянием АБК уменьшалась, но через 1–2 сут резко увеличивалась, а затем постепенно снижалась до исходного уровня (см. рис. 2).

Обработка БАП проростков повышала активность амидаз, цистеиновых протеиназ и ингибиторов трипсина в листьях (см. рис. 2), но уже в первые двое суток воздействия температуры 5°С в присутствии БАП активность амидаз, цистеиновых протеиназ и ингибиторов снижалась в 1,5–2 раза по сравнению с вариантом «закалка без гормонов» и лишь через 3–7 сут возвращалась к уровню, характерному для растений, не подвергавшихся действию гормона (см. рис. 2).

Изменения активности протеиназ и ингибиторов трипсина под воздействием холода на растения, когда, с одной стороны, в их клетках значительно усиливается накопление неактивных и поврежденных белков и пептидов, а с другой – возрастает необходимость в низкомолекулярных соединениях как исходного материала для синтеза стрессовых белков [Тарчевский, 2001], вероятно, направлены на формирование устойчивости растений и/или на поддержание ее повышенного уровня. В связи с этим вполне логично предположить, что АБК и цитокинин, имея несколько «каналов» воздействия на клетки [Gusta et al., 2005; Романов, 2009], могут влиять на устойчивость растений к низкой температуре, в том числе и через изменение активности протеолитических ферментов и их ингибиторов. Важно при этом отметить, что воздействие АБК и цитокинина (являющихся антагонистами в отношении ряда физиологических процессов и действующих однонаправленно на устойчивость растений) на активность протеиназ и ингибиторов трипсина в листьях пшеницы в период холодовой адаптации оказалось разнонаправленным. В частности, обработка проростков АБК приводила к значительному повышению активности протеолитических ферментов (особенно цистеиновых протеиназ) и ингибиторов трипсина, тогда как в присутствии БАП активность протеиназ и ингибиторов трипсина, наоборот, заметно снижалась. Попутно укажем, что сходное действие этих гормонов обнаружено в отделенных стареющих листьях ячменя: экзогенная АБК стимулировала повышение активности хлоропластных эндопептидаз, а кинетин, наоборот, ее ингибировал [Quiles et al., 1995].

Вероятно, увеличение активности амидаз и цистеиновых протеиназ под влиянием АБК как в начальный, так и в более поздний период действия холода усиливает удаление из клеток поврежденных макромолекул и их реутилизацию, что благоприятно для накопления свободных аминокислот, индуцированного синтеза стрессовых белков и последующего повышения холодоустойчивости. В то же время происходящее через 1–3 сут от начала действия холода повышение под влиянием АБК активности ингибиторов трипсина, выступающих в качестве регуляторов активности протеиназ, предотвращает преждевременный распад вновь синтезированных (стрессовых) белков и поддерживает тем самым процесс формирования повышенной устойчивости.

Положительное влияние экзогенного цитокинина на холодоустойчивость растений пшеницы, на наш взгляд, связано с тем, что, вызывая снижение активности амидаз и цистеиновых протеиназ, этот гормон предотвращает избыточную деградацию белков под воздействием холода.

Таким образом, повышение холодоустойчивости растений пшеницы при пониженной температуре, обусловленное влиянием экзогенных АБК или цитокинина, сопряжено с существенными изменениями в активности протеолитических ферментов и их ингибиторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00650а).

Литература

Балагурова Н. И., Дроздов С. Н., Хилков Н. И. Метод определения устойчивости растительных тканей к промораживанию. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. 6 с.

Валуева Т. А., Мосолов В. В. Роль ингибиторов протеолитических ферментов в защите растений // Успехи биологической химии. 2002. Т. 42. С. 193–216.

Веселов Д. С., Сабиржанова И. Б., Ахиярова Г. Р. и др. Роль гормонов в быстром ответе растений пшеницы на осмотический и холодовой шок // Физиология растений. 2002. Т. 49, № 6. С. 572–576.

Домаш В. И., Шарпио Т. П., Забрейко С. А., Сосновская Т. Ф. Протеолитические ферменты и ингибиторы трипсина высших растений в условиях стресса // Биоорг. химия. 2008. Т. 34, № 3. С. 353–357.

Романов Г. А. Как цитокинины действуют на клетку // Физиология растений. 2009. Т. 56, № 2. С. 295–315.

Таланова В. В., Титов А. Ф., Боева Н. П. Изменение уровня эндогенной абсцизовой кислоты в листьях рас-

тений под влиянием холодовой и тепловой закалки // Физиология растений. 1991. Т. 38, № 5. С. 991–997.

Тарчевский И. А. Метаболизм растений при стрессе. Казань: ФЭН. 2001. 448 с.

Титов А. Ф., Таланова В. В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 206 с.

Фролова С. А., Титов А. Ф. Активность протеолитических ферментов и ингибиторов трипсина в листьях пшеницы в начальный период действия и в последействии низкой закаливающей температуры // Известия РАН. Сер. биол. 2008, № 5. С. 549–552.

Erlanger D. F., Kokowski N., Cohen W. Proteinases Activity in Biological Substrats // Arch. Biochem. Biophys. 1961. Vol. 95. P. 271–278.

Gusta L. V., Trischuk R., Weiser C. J. Plant Cold Acclimation: The Role of Abscisic Acid // J. Plant Growth Regul. 2005. Vol. 24. P. 308–318.

Morichara K., Oka T., Tsuzuki H. Proteases activity // Biochem. Biophys. Acta. 1967. Vol. 139. P. 382–397.

Quiles M. J., Garcia C., Cuello J. Differential Effects of Abscisic Acid and Methyl Jasmoate on Endoproteinases in Senescing Barley Leaves // Plant Growth Regul. 1995. Vol. 16, N 1. 197–204.

Sgarbieri V. C., Gupte S. M., Kramer D. E., Whitaker J. R. Ficus Enzymes. I. Separation of the Proteolytic Enzymes of *Ficus Carica* and *Ficus Glabrata* Latices // J. Biol. Chem. 1964. Vol. 239. P. 2170–2177.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Титов Александр Федорович
Председатель КарНЦ РАН, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: titov@krc.karelia.ru

Фролова Светлана Алексеевна
младший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: frolova@krc.karelia.ru

Таланова Вера Викторовна
ведущий научный сотрудник, д.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: talanova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762712

Венжик Юлия Валерьевна
научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: venzhik@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762712

Titov, Aleksandr
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: titov@krc.karelia.ru

Frolova, Svetlana
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: frolova@krc.karelia.ru

Talanova, Vera
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: talanova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762712

Venzhik, Yulia
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: venzhik@krc.karelia.ru
tel. (8142) 762712

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 121–130.

УДК 594.1: 577.1

БИОХИМИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ МОРСКИХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ К АНОКСИИ (ОБЗОР)

Н. Н. Фокина, З. А. Нефедова, Н. Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Обзор включает анализ литературных и собственных данных по проблеме биохимических адаптаций морских двустворчатых моллюсков к воздействию кратковременной аноксии. Описаны различные механизмы регуляции метаболизма у *Bivalvia* в ответ на действие низких концентраций кислорода в окружающей среде. Показано, что биохимические адаптации являются одним из ключевых способов выживания двустворчатых моллюсков в условиях аноксии.

Ключевые слова: биохимические адаптации, двустворчатые моллюски, аноксия.

N. N. Fokina, Z. A. Nefedova, N. N. Nemova. BIOCHEMICAL ADAPTATIONS OF MARINE BIVALVES TO ANOXIC CONDITIONS (REVIEW)

The review includes investigation of the literature and our own data on biochemical adaptations of marine bivalves exposed to short-term anoxia. Various mechanisms of metabolic regulation in *Bivalvia* in response to low oxygen concentrations in the environment were described. It is shown that biochemical adaptations are a key way of marine bivalves survival under anoxic conditions.

Key words: biochemical adaptations, Bivalves, anoxia.

Способность к длительному выживанию в бескислородных условиях (то есть в условиях аноксии) хорошо развита у многих видов беспозвоночных животных. Морские организмы приспосабливаются к низким концентрациям кислорода (гипоксия или аноксия) в окружающей среде на различных уровнях организации: молекулярном, биохимическом, физиологическом и поведенческом [De Zwaan et al., 1976; Gade, 1983; Brinkhoff et al., 1983; Громосова, Шапиро, 1984; De Zwaan, Putzer, 1985; Хочачка, Сомеро, 1988; Fandrey, 1995; Wu, 2002; David et al., 2005]. Животные, обитающие в прибрежной (литоральной) зоне моря, хорошо адаптированы к воздействиям неблагоприятных факторов окружающей среды и благодаря набору адаптаций способны выживать в условиях недостатка кислорода. В частности: у них развиты дополнительные механизмы потребления кислорода из окружающей среды; они способны поддерживать внутренние энергетические ресурсы организма, переключаясь на анаэробные метаболические пути; они снижают скорость своего общего метаболизма в ответ на действие низких концентраций кислорода в морской воде [Burnett, Strickle, 2001]. Причем третий способ считается основным и одним из важнейших механизмов адаптации к недостатку кислорода для многих видов морских моллюсков [Хочачка, Сомеро, 1988; Larade, Storey, 2002; David et al., 2005]. Во время периодических обсыханий, возникающих в результате приливно-отливных циклов, литоральные двустворчатые моллюски подвергаются воздейст-

вию краткосрочной аноксии и переключают свой метаболизм на анаэробный путь. Вследствие этого они считаются типичными факультативными анаэробными организмами. Известно, что интенсивность обмена у морских *Bivalvia* при аноксии снижается более чем в 18 раз [Громосова, Шапиро, 1984]. Снижая скорость метаболизма, гипоксия/аноксия в значительной степени влияет на ростовые и многие другие физиологические характеристики моллюсков [Suchotin, Portner, 2001]. Вместе с тем способность *Bivalvia* выдерживать длительное (до 16 суток) отсутствие кислорода обеспечивается не только биохимическими адаптациями, но и деятельностью ряда других адаптивных механизмов на различных уровнях организации.

Характерной поведенческой реакцией двустворчатых моллюсков на воздействие низких концентраций кислорода в морской воде является плотное смыкание створок раковины, что препятствует обезвоживанию организма [Алякринская, 2004]. Физиологическим механизмом приспособления к недостатку кислорода в среде обитания у *Bivalvia* считается запасание кислорода в мантийной жидкости [Newell, 1989]. В условиях аноксии запасы кислорода быстро истощаются [Gabbott, 1983; Newell, 1989], и, когда парциальное давление кислорода падает ниже 20–50 мм рт. ст., моллюски переходят на анаэробный обмен и расход энергии у них заметно снижается [Ortmann, Grieshaber, 2003]. Для того чтобы избежать закисления внутренней среды продуктами анаэробного метаболизма, увеличивается концентрация кальция в лимфе за счет растворения раковины, который регулирует уровень pH крови и дает возможность избежать ацидоза тканей [Алякринская, 2004]. Для прикрепленных литоральных организмов реакция избежания неблагоприятного воздействия гипоксии невозможна, поэтому, помимо физиологических механизмов потребления максимально доступного кислорода из воды и его транспорта в ткани, для них характерны следующие адаптивные метаболические стратегии выживания в условиях недостатка кислорода в морской воде: обладание большими запасами потенциальных источников энергии в тканях (главным образом гликогена и некоторых аминокислот); соединение реакций гликолиза с дополнительными реакциями на уровне субстратного фосфорилирования с повышенным выходом АТФ; образование альтернативных конечных продуктов молочной кислоты, которые являются или летучими, или менее кислотными компонентами, для того чтобы клеточный гомеостаз минимально изменялся во время воздействия долгосрочной аноксии; значительное понижение скорости метаболизма, что способствует снижению потребностей организма в молекулах АТФ [Kapper, Stickle, 1987; Burnett, Strickle, 2001; Larade, Storey, 2002].

Для морских моллюсков характерен двухфазный адаптивный ответ на воздействие низких концентраций кислорода в окружающей среде. Во время отлива они подвергаются *первичному воздействию гипоксии*, при этом у них значительно истощаются запасы кислорода в тканях, постепенно усиливается распад углеводов. Такие изменения в метаболизме моллюсков приводят к компенсаторному увеличению выхода ферментативного АТФ, необходимого для поддержания нормальной скорости общего метаболизма.

При *длительном воздействии низких концентраций кислорода,* то есть при отсутствии кислорода в морской воде (например, в экспериментальных условиях или при загрязнении среды обитания), у моллюсков падает скорость метаболизма, а выход АТФ составляет 10% от аэробного метаболизма. Снижение скорости метаболизма продолжается до тех пор, пока внутренние запасы организма способствуют выживанию моллюсков в таких неблагоприятных условиях. Известно, что большинство морских моллюсков, обитающих на литорали, могут выживать в условиях аноксии дни и даже недели [Larade, Storey, 2002; Алякринская, 2004]. Значительное снижение метаболизма в свою очередь способствует подавлению скорости реакций синтеза и использования АТФ в метаболических процессах. Следовательно, многие физиологические процессы длительное время могут обеспечиваться за счет продукции АТФ ферментативным способом [Storey, 2004].

У морских моллюсков описано несколько механизмов регуляции уровня метаболизма. Одним из них является изменение скорости гликолитических реакций. Например, для *Bivalvia* характерно *аллостерическое регулирование активности ферментов* в условиях аноксии, в ходе которого метаболиты оказывают воздействие на специфические локусы ферментов. Одним из примеров такой регуляции в бескислородных условиях служит ингибирование активности 6-фосфофрукто-1-киназы и пируваткиназы низкими концентрациями фруктоза-2,5-дифосфата и повышенным содержанием L-аланина соответственно. Регуляция с помощью *изменений в значениях pH* окружающей среды также способствует альтерациям в скорости гликолитических реакций. Так, низкие значения pH благоприятствуют направлению потоков фосфоенолпирувата (ФЕП) в сторону синтеза сукцината [Larade, Storey, 2002] (подробнее см. далее).

Одним из важных механизмов снижения скорости общего метаболизма служит обратимое фосфорилирование белков. Такие изменения в структуре белков вызывают значительные модификации в активности многих ферментов и функциональных белков, участвующих во всех процессах жизнедеятельности организма. Например, у *Littorea littorea,* как и у большинства моллюсков, устойчивых к аноксии, обратимое фосфорилирование некоторых ферментов гликолиза способствует перенаправлению потока углерода в анаэробный путь ферментативного метаболизма, а также подавлению скорости гликолитического пути. Известно, что в аноксийных условиях фосфорилирование фосфофруктокиназы и пируваткиназы переводит их в менее активные формы [Storey, 2004]. Следовательно, ковалентная модификация ферментов, индуцированная аноксией, значительно понижает их активность, изменяет кинетические свойства и подавляет общую скорость метаболизма.

Фосфорилирование ферментов гликолиза и различных протеинкиназ, вызванное действием аноксии, может не только изменять их кинетические свойства, но и превращать эти ферменты в менее активные формы. Основными киназами являются цАМФ-, цГМФ-, Ca^{2+} и фосфолипидзависимые протеинкиназы, активность которых также обеспечивается соответствующими вторичными мессенджерами – цАМФ, цГМФ, Ca^{2+} и фосфолипидами [Larade, Storey, 2002]. Показано, что в условиях аноксии снижается количество цАМФ-зависимой протеинкиназы. Следовательно, метаболические функции, которые усиливает данная протеинкиназа, будут подавляться во время анаэробиоза.

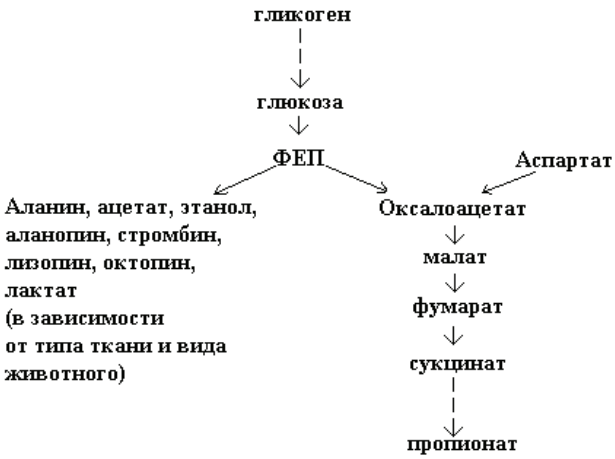
Считается, что подавление каскада сигнальной трансдукции является одним из механизмов снижения скорости метаболизма [Storey, 2004]. Известно, что цГМФ и его протеинкиназа играют основную роль в сигнальной трансдукции при адаптивном ответе морских двустворчатых моллюсков на действие низких концентраций кислорода в морской воде. В переднем мускуле-замыкателе *Mytilus edulis* увеличение концентрации цГМФ происходит в ответ на действие ацетилхолина, который является нейротрансмиттером, стимулирующим сокращение этих мышц для того, чтобы закрыть створки раковины. У двустворчатых моллюсков закрытые створки раковины стимулируют падение уровня кислорода в организме, а также активируют анаэробные адаптации [Larade, Storey, 2002]. цГМФ-зависимая протеинкиназа способствует фосфорилированию некоторых ферментов, включенных в обмен углеводов (в частности пируваткиназы) у большинства видов морских моллюсков [Brooks, Storey, 1997], и экспрессии генов, ответственных за устойчивость моллюсков к аноксии [Larade et al., 2001; Larade, Storey, 2002].

Несмотря на то что снижение скорости метаболизма является количественно выгодным механизмом, способствующим выживанию морских моллюсков в условиях аноксии, активация модифицированных путей метаболизма также играет важную роль в процессах адаптаций морских моллюсков к низким концентрациям кислорода в морской воде. В ходе данных реакций в значительной степени увеличивается выход АТФ и образуются некислотные и/или летучие конечные продукты, способствующие в свою очередь сохранению гомеостаза клетки в условиях аноксии.

У морских моллюсков первичным ответом на недостаток кислорода в окружающей среде является обычный метаболический путь: превращение гликогена и аспартата в конечные продукты – аланин и сукцинат соответственно. Так, в ходе реакций гликолиза гликоген (а именно глюкоза) распадается до пирувата, а затем, вместо того чтобы восстанавливаться до лактата, пируват подвергается реакции трансаминирования (используя аминогруппы аспартата) с образованием аланина (рис.). Продукт дезаминирования аспартата – оксалоацетат – восстанавливается до малата (используя НАДН, который в других обстоятельствах расходуется в реакции с лактатдегидрогеназой). Малат превращается в фумарат, а затем – в сукцинат с образованием АТФ, а последующее превращение сукцината в пропионат у некоторых видов морских моллюсков связано с дополнительным синтезом АТФ. Известно, что вследствие истощения пула аспартата происходит метаболический сдвиг, который направляет ФЕП, образованный в ходе реакций гликолиза, на синтез оксалоацетата (см. рис.). Данный эффект достигается ингибированием фермента пируваткиназы таким образом, что ФЕП карбоксилируется с образованием оксалоацетата, который затем используется в реакциях синтеза сукцината [Хочачка, Сомеро, 1988; Larade, Storey, 2002].

Необходимо отметить, что восстановление малата до сукцината происходит с помощью сукцинатдегидрогеназного комплекса электрон-транспортной цепи (комплекс II). Во время прилива у моллюсков аэробный энергетический метаболизм осуществляется посредством цикла Кребса, с переносом электронов от сукцината на убихинон (KoQ) через комплекс II в электрон-транспортной цепи. Во время отлива у моллюсков включается анаэробный путь, когда перенос электронов осуществляется через родохинон на фумарат с образованием

сукцината [Tielens, van Hellemond, 1998]. Родохинон является аналогом KoQ с более отрицательным потенциалом [Скулачев, 1989]. В тех случаях, когда недостаточно кислорода в окружающей среде, фумарат действует как акцептор электронов, образуя при этом сукцинат. Повышенный уровень сукцината во время анаэробиоза позволяет митохондриям сохранять свою метаболическую активность до тех пор, пока кислород снова станет доступным [Bacchiocchi, Principato, 2000].



Схематическое изображение метаболических путей использования гликогена и аспартата у морских моллюсков в условиях недостатка кислорода [Хочачка, Сомеро, 1988]

Необходимо отметить, что во время анаэробиоза у морских моллюсков накопление лактата и сукцината приводит к снижению внутри- и внеклеточного pH [Ellington, 1983; Walsh et al., 1984]. Одним из механизмов избежания изменений в кислотном статусе ткани в организме моллюсков является ингибирование пируваткиназы [Demers, Guderley, 1994; Michaelidis et al., 1999]. Во время анаэробиоза лактат превращается в пируват и, несмотря на высокую активность лактатдегидрогеназы во всех тканях моллюска, лактат анаэробно декарбоксилируется в ацетил-КоА, который затем используется для синтеза липидов.

В тканях моллюсков отмечается повышение уровня жирных кислот [Michaelidis et al., 1999; Fokina et al., 2007]. Ключевой гликолитический фермент пируваткиназа играет важную роль при направлении пирувата в сторону биосинтеза жирных кислот. Путем фосфорилирования этот фермент превращается в менее активную форму в течение первых 12 ч аноксии. Изменения в кинетических свойствах пируваткиназы приводят к последовательному снижению скорости накопления анаэробных конечных продуктов (лактата и сукцината), тем самым оказывая положительное влияние на кислотный статус ткани [Michaelidis et al., 1999].

Предполагается, что изменения значений pH при влиянии аноксийных условий также инициируют понижение скорости метаболизма, однако этому утверждению о сигнальной роли значений pH в снижении скорости общего метаболизма противоречат следующие факты. Во-первых, уровень pH во время воздействия аноксии снижается равномерно в течение длительного времени, тогда как переход в гипометаболическое состояние происходит за короткий промежуток времени после начала действия аноксии [Storey K., Storey J., 1990]. Во-вторых, морские моллюски используют механизм «наименьшего синтеза» кислот во время воздействия аноксии (то есть они в основном накапливают нейтральные и летучие конечные продукты, используя бикарбонаты раковины для создания буфера) [De Zwaan, 1977; Storey K., Storey J., 1990].

Вместе с тем показано, что низкие значения pH во время воздействия аноксии способствуют созданию определенного метаболического состояния, которое благоприятствует снижению скорости метаболизма [Busa, Nuccitelli, 1984]. Например, низкий уровень pH активирует распад ФЕП посредством реакции с участием ФЕП-карбоксилазы (а не с помощью пируваткиназы), и, следовательно, направляет гликолитический углерод в сторону реакции синтеза сукцината [Хочачка, Сомеро, 1988]. Более того, низкие значения pH могут влиять на протекание других процессов, таких как связывание ферментов с субклеточными структурными элементами, скорость ферментативных реакций, активность протеинкиназы относительно протеинфосфатазы, а также изменение стабильности белков [Storey, 1988; Hand, Hardewig, 1996; Schmidt, Kamp, 1996; Sokolova et al., 2000].

Помимо особенностей организации гликолитической системы и дикарбоновой части цикла Кребса, позволяющих функционировать в условиях отсутствия кислорода длительное время и достаточно эффективно [Громосова, Шапиро, 1984], к биохимическим механизмам адаптаций моллюсков можно отнести большое содержание каротиноидов, являющихся аккумуляторами кислорода в клетке [Карнаухов, 1973].

Большинство процессов, затрачивающих энергию, в том числе процессов синтеза белка, подавляются у организмов при долгосрочном воздействии низких концентраций кислорода в окружающей среде. Вместе с тем известно, что некоторые специфические РНК транскрипты, наоборот, активируются под действием аноксии. Вероятно, они обеспечивают

синтез белков, способствующих выживанию моллюсков в неблагоприятных анаэробных условиях [Larade, Storey, 2002]. Активность примерно 10,6% перекрестно действующих генов (около 300 генов), предположительно, усиливается в два или более раз под влиянием аноксии. Они включают гены протеинкиназ и фосфатаз, факторов трансляции, антиоксидантных ферментов и ядерных рецепторов. В частности, гипоксия-индуцируемый транскрипционный фактор (HIF-1) служит посредником при усилении синтеза гликолитических ферментов, необходимых для повышения выхода ферментативного АТФ.

У *Littorea littorea* впервые обнаружены и исследованы гены *kvn* и *sarp-19*. Так, у продукта *kvn* гена N-концевая гидрофобная сигнальная последовательность направляет белки к эндоплазматическому ретикулуму, где они обрабатываются и секретируются к конечному месту назначения. Данный факт позволяет предположить, что белок KVN выполняет внеклеточную функцию. Он обладает рядом определенных последовательностей, таких как цистеиновые кластеры. Предполагается, что KVN является железо-серным белком, который связывает железо, и поэтому может относиться к семейству ферредоксинов. Его функция аналогична другим ферредоксинподобным белкам. По-видимому, он является посредником в электронпереносящих реакциях во время действия аноксии или при возвращении организмов в исходные условия.

Продукт гена *sarp*-19 – белок, синтезируемый в результате действия аноксии на моллюсков. Общая функция EF- домена данного белка – это связывание кальция, что в свою очередь стимулирует конформационные изменения, приводящие к активации (или инактивации) белков-мишеней. Функция белка SARP-19 при анаэробиозе может включать кальций-активируемый сигналинг или выделение кальция. Как уже отмечалось, переключение метаболизма у моллюсков с аэробного пути на анаэробный сопровождается растворением раковины с образованием бикарбоната кальция, который выполняет буферные функции.

Характерной реакцией у двустворчатых моллюсков на воздействие воздуха служит закрытие створок раковины, а у брюхоногих моллюсков – крышки отверстия в раковине. Таким образом, моллюски ограничивают себя от действия окружающей среды, что в свою очередь требует создание водного и осмотического баланса внутри организма. Закрывание раковины моллюсков вызывает существенное повышение уровня кальция во время анаэробиоза. Следовательно, повышенное количество кальцийсвязывающего белка (SARP-19) в организме моллюсков под действием аноксии способствует снижению уровня свободного кальция. В основном это происходит в условиях гипометаболического состояния организма, когда сокращаются расходы АТФ на перенос кальция через плазматическую мембрану [Storey, 2004].

Предполагается, что у многих организмов кислородным сенсором служит фермент пролилгидроксилаза, который модифицирует остаток пролина в кислородзависимом домене HIF-1, основного транскрипционного фактора, включенного в регуляцию транскрипции генов с помощью кислорода [Ivan et al., 2001; Jaakkola et al., 2001]. Данный кислородный сенсор встречается у большинства животных, однако вторичные мишени этого сенсора (HIF-1 или другие) значительно отличаются у животных, *чувствительных* к гипоксии и *устойчивых* к аноксии. Известно, что HIF-1 у *чувствительных к гипоксии* млекопитающих запускает различные компенсаторные реакции, в ходе которых увеличивается поступление кислорода в ткани и усиливаются гликолитические реакции. У животных, *устойчивых к действию аноксии*, наоборот, инициируется серия механизмов, способствующих подавлению скорости метаболизма, и обратимо останавливаются различные энергозависимые процессы. Следовательно, у животных, устойчивых к аноксии, в том числе у морских моллюсков, в опосредование экспрессии генов в ответ на недостаток кислорода включаются транскрипционные факторы, отличные от HIF-1 [Larade, Storey, 2002].

Уровень обмена веществ, и в частности энергетического метаболизма, определяет адаптивные возможности организма. Ключевым звеном, обусловливающим уровень биоэнергетики особи, служит количество поступающего в организм кислорода [Озернюк, 2003]. В литературе по биоэнергетике животных особое внимание уделяется использованию липидных и углеводных субстратов в качестве источников энергии [Громосова, Шапиро, 1984; Хочачка, Сомеро, 1988]. Известно, что в аэробных условиях морские моллюски используют в качестве источников энергии липиды, углеводы и аминокислоты. При аноксии углеводы становятся основным энергетическим субстратом, поскольку в ходе реакций гликолиза, а именно окисления фосфатов гексоз (образованных из глюкозы и гликогена) до фосфатов триоз, а также субстратного фосфорилирования, образуется АТФ [Larade, Storey, 2002]. У моллюсков наблюдается использование в качестве энергетических субстратов не только гликогена, но и белков, тогда как липиды еще не стали главным источником энергии [Хочачка, Сомеро, 1988; Шульман и др., 1993].

Вместе с тем у *Mytilus edulis* L. было показано, что липиды могут утилизироваться в анаэробных условиях через β-окисление с образованием ацетил-КоА [Громосова, Шапиро, 1984]. В исследованиях на беломорских мидиях [Фокина и др., 2006а, 2010] было показано снижение уровня триацилглицеринов (ТАГ) и эфиров холестерина под влиянием 12 и 24 ч аноксии, что свидетельствует о возможном использовании запасных липидов в качестве источников метаболической энергии или на синтез обычных для мидий энергетических субстратов углеводной/белковой природы. Причем участие запасных липидов в компенсаторной реакции беломорских мидий в ответ на действие краткосрочной аноксии зависит от этапа периода нереста (3*B* или 3*C*) [Фокина и др., 2006а]. Описанные выше колебания в составе запасных липидов характерны для 3*C* мидий (этап резорбции остаточных половых продуктов). У 3*B* мидий (этап вымета гамет), наоборот, значительно повышается уровень ТАГ, что указывает, вероятно, на появление потребности альтернативного источника энергии, которым могут быть липиды [Васильева, Мещерякова, 2003; Фокина и др., 2006а]. Некоторые авторы связывают повышение уровня ТАГ у мидий в условиях недостатка кислорода (суточной аноксии) с явлением аутофагии в пищеварительных клетках [Hole et al., 1995].

Считается, что колебания в жидкостности (микровязкости) липидного бислоя влекут за собой изменения в проницаемости мембран и модификации активности встроенных в нее белков (ферментов, ионных каналов, рецепторов), что в свою очередь приводит к активации и развитию регуляторных реакций, направленных на адаптацию организма к неблагоприятным условиям окружающей среды [Лось, 2001; Los, Murata, 2004]. Следует отметить, что в некоторых работах, посвященных исследованию влияния аноксии на морских животных, отмечается снижение проницаемости мембран [Hochachka et al., 1996]. У беломорских мидий в ответ на действие краткосрочной аноксии отмечались изменения в основных показателях микровязкости липидного бислоя – холестерин/фосфолипиды и фосфатидилэтаноламин/фосфатидилхолин (ФЭА/ФХ) [Фокина и др., 2010], свидетельствующие об уплотнении мембран и, следовательно, о снижении их проницаемости [Еляков, Стоник, 1988; Gillis, Ballantyne, 1999a, b; Loque et al., 2000]. Высокий уровень холестерина и ФХ, которые стабилизируют липидный бислой, компенсировался у мидий повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), которые, как известно, оказывают разжижающее действие на мембраны [Крепс, 1981; Хочачка, Сомеро, 1988; Gillis, Ballantyne, 1999a, b]. В результате действия краткосрочной аноксии среди полиеновых кислот увеличивалась относительная доля n-6 кислот, которые благодаря особенностям своей структуры обеспечивают определенную прочность мембранам при неблагоприятном влиянии аноксии на мидий. Помимо полиенов обычного строения, важную роль в обеспечении целостности и стабильности липидного бислоя играют неметиленразделенные жирные кислоты (НМРЖК), которые, как известно, более устойчивы к окислению, что позволяет им в составе фосфолипидов значительно влиять на структуру липидного матрикса [Paradis, Ackman, 1977; Klingensmith, 1982; Жукова, 1992; Захарцев и др., 1998]. Отмеченные модификации концентраций НМРЖК и их биосинтетических предшественников у литоральных мидий свидетельствуют о возможном дополнительном синтезе НМРЖК [Фокина и др., 2010]. Предполагается, что необходимость в кислотах с необычной структурой появилась у прибрежных моллюсков в связи с падением уровня n-3 ПНЖК. Подобная обратная зависимость между НМРЖК и n-3 кислотами была ранее отмечена у морских моллюсков и другими авторами [Klingensmith, 1982; Жукова, 1992]. Такие изменения в составе жирных кислот способствуют стабилизации мембраны при сохранении необходимого уровня жидкостности за счет синтеза *de novo* НМРЖК моллюсками, и в таком случае они не зависят от внешних источников полиеновых кислот [Захарцев и др., 1998]. У субстратных мидий изменения в количестве моноеновых и НМРЖК были менее выражены, кроме того, у них наблюдалось повышенное содержание полиенов линоленового семейства (n-3 ПНЖК), которые, по-видимому, обеспечивают нормальное функционирование мембран при воздействии аноксии на моллюсков [Fokina et al., 2007; Фокина и др., 2010].

У литоральных и субстратных мидий в результате действия краткосрочной аноксии (12 и 24 ч) отмечались изменения в содержании минорных фосфолипидов мембран – фосфатидилинозитола (ФИ), лизофосфатидилхолина (ЛФХ) и сфингомиелина (СФМ), а также жирных кислот (18:1n-9, 18:2n-6, 20:4n-6, 20:5n-3 и 22:6n-3), обладающих определенной физиологической активностью [Фокина и др., 2010]. В результате суточного влияния аноксии на литоральных и субстратных мидий заметно снижалось количество СФМ, который, как известно, через генетический аппарат клетки контролирует синтез ХС [Scheek et al., 1997], а понижение уровня ЛФХ у мидий с искусственных субстратов после влияния 12 ч аноксии связывается с его мембранно-

модулирующим эффектом [Проказова и др., 1998; Фокина и др., 2010].

При влиянии 12 и 24 ч аноксии на литоральных и субстратных мидий значительно повышался уровень арахидоновой 20:4n-6 кислоты. Отмеченные изменения в коэффициенте 18:2n-6/20:4n-6 свидетельствуют о высоком уровне метаболизма 20:4n-6 кислоты и ее биосинтетического предшественника – линолевой 18:2n-6 кислоты [Фокина и др., 2006б; Fokina et al., 2007]. Поскольку 20:4n-6 кислота используется для синтеза эйкозаноидов [Bell et al., 1986; Tocher, 2005], вероятно, ее усиленный обмен способствует выживанию моллюсков в неблагоприятных условиях аноксии. Помимо 20:4n-6 кислоты, у литоральных и субстратных мидий в результате влияния аноксии повышался уровень олеиновой 18:1n-9 кислоты [Fokina et al., 2007; Фокина и др., 2010]. Данный эффект может быть связан с увеличением активности ферментов, ответственных за синтез данной кислоты. Показано, что гены, кодирующие ферменты, которым для активации нужен кислород, могут регулироваться гипоксией. В частности, активность Δ9-десатуразы, которая катализирует реакцию образования моноеновых кислот (главным образом олеиновой 18:1n-9 кислоты), зависит от уровня кислорода в окружающей среде. Известно, что степень ненасыщенности жирных кислот, образованных в результате действия Δ9-десатуразы, влияет на физические свойства мембранных фосфолипидов. Более того, в организме животных метаболиты ПНЖК действуют как сигнальные молекулы. Изменение экспрессии мРНК 9-десатуразы, по-видимому, является ответом на недостаток кислорода как субстрата [David et al., 2005]. Снижение количества основных кислот линоленового семейства: 20:5n-3 и 22:6n-3 у литоральных мидий в результате влияния краткосрочной аноксии связывается с использованием этих кислот для синтеза эйкозаноидов или на энергетические нужды организма [Tocher, 2005; Freites et al., 2002]. Более того, известно, что в анаэробных условиях мембраны клетки обладают слабой ферментативной активностью, а отличительной особенностью липидного состава таких мембран является небольшое количество стеринов и необычный состав жирных кислот, характеризующийся низким содержанием полиненасыщенных кислот, в то же время состав фосфолипидов не меняется [Кандюк, 2006]. У субстратных мидий, наоборот, отмечалось повышенное содержание 20:5n-3 и 22:6n-3 кислот, которые, как известно, имеют фитопланктонное происхождение [Ackman et al., 1974; Pollero et al., 1979; Zhukova, Aizdaicher, 1995; Ramos et al., 2003], что указывает на возможный их дополнительный синтез. Подобное явление, свидетельствующее о возможном синтезе ненасыщенных жирных кислот в условиях аноксии, было описано в литературе [Horst et al., 1970, 1974]. Установлено, что у морских прикрепленных беспозвоночных 20:5n-3 кислота наряду с другими макромолекулами играет важную роль в адаптационном процессе [Ромашина, 1983; Шульман, Юнева, 1990], тогда как 22:6n-3 кислота у двустворчатых моллюсков в основном используется для получения метаболической энергии, а также участвует в регулировании мембранной жидкостности [Freites et al., 2002].

Таким образом, анализ литературных и данных собственных исследований свидетельствует о том, что в ходе эволюции морские двустворчатые моллюски выработали комплекс биохимических адаптаций, которые позволяют им переживать неблагоприятное воздействие краткосрочной аноксии. Вследствие прикрепленного образа жизни биохимические адаптации у двустворчатых моллюсков более разнообразны и выражены в большей степени, чем у свободноживущих организмов, у которых в первую очередь развиты поведенческие и физиологические механизмы, позволяющие избежать кратковременных неблагоприятных воздействий окружающей среды. Данные литературы о биохимических адаптациях у моллюсков, приведенные в рассматриваемом обзоре, подтверждают имеющиеся предположения о том, что в действительности биохимическая адаптация часто является крайним средством, к которому организм прибегает, когда у него нет поведенческих или физиологических способов избежать неблагоприятного воздействия среды [Хочачка, Сомеро, 1988; Немова, Высоцкая, 2004]. Поскольку биохимическая адаптация – не легкий путь, часто организмам проще найти подходящую среду путем миграции, чем перестроить химизм клетки. В случае прикрепленных морских прибрежных двустворчатых моллюсков миграция к благоприятным условиям среды невозможна, поэтому у них хорошо развиты механизмы регуляции метаболизма, позволяющие им адаптироваться к постоянно изменяющейся прибрежной зоне моря, для которой характерны периодические осушения.

Работа выполнена при поддержке программы Президента РФ «Ведущие научные школы» (НШ-3731.2010.4).

Литература

Алякринская И. О. Устойчивость к обсыханию водных моллюсков // Известия АН. Сер. биологическая. 2004. № 3. С. 362–374.

Васильева О. Б., Мещерякова О. В. Некоторые особенности липидного и углеводного обменов мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря в условиях краткосрочной гипоксии // Актуальные проблемы биологии и экологии: тез. докл. X молодежной науч. конф. (Сыктывкар, 15–17 апреля 2003 г.). Сыктывкар, 2003. С. 45–47.

Громосова С. А., Шапиро А. З. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 120с.

Еляков Г. Б., Стоник В. А. Стероиды морских организмов. М.: Наука, 1988. 207с.

Жукова Н. В. Неметиленразделенные жирные кислоты морских двустворчатых моллюсков: распределение по тканям и классам липидов // Журн. эволюц. биохим. и физиол. 1992. Т. 28, № 4. С. 434–440.

Захарцев М. В., Науменко Н. В., Челомин В. П. Неметиленразделенные жирные кислоты в фосфолипидах мембран мидии *Crenomytilus grayanus* // Биология моря. 1998. Т. 24, № 3. С. 183–186.

Кандюк Р. П. Стерины моллюсков и их функциональная роль (обзор) // Гидробиол. журн. 2006. Т. 42, №1. С. 62–74.

Карнаухов В. Н. Функции каротиноидов в клетках животных. М.: Наука, 1973. 103 с.

Крепс Е. М. Липиды клеточных мембран. Эволюция липидов мозга. Адаптационная функция липидов. Л.: Наука, 1981. 339с.

Лось Д. А. Структура, регуляция экспрессии и функционирование десатураз жирных кислот // Успехи биологической химии. 2001. Т. 41. С. 163–198.

Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215с.

Озернюк Н. Д. Феноменология и механизмы адаптационных процессов. М.: изд-во МГУ, 2003. 215с.

Проказова Н. В., Звездина Н. Д., Коротаева А. А. Влияние лизофосфатидилхолина на передачу трансмембранного сигнала внутрь клетки // Биохимия. 1998. Т. 63, вып. 1. С. 38–46.

Ромашина Н. А. Морские беспозвоночные как источник эйкозапентаеновой и других полиеновых кислот // Биология моря. 1983. № 3. С. 66–68.

Скулачев В. П. Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии. М.: Высшая школа, 1989. 271с.

Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Немова Н. Н. Изменение липидного состава мидий *Mytilus edulis* L. при краткосрочной гипоксии // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика: мат-лы Междунар. конф. (Петрозаводск, 24–27 октября 2006 г.). Петрозаводск, 2006а. С. 129–131.

Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Рипатти П. О., Немова Н. Н. Влияние суточной гипоксии на уровень (n-3) и (n-6) жирных кислот у мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря // Биология – наука XXI века: Сб. тез. 10-й Пущинской школы-конференции молодых ученых (Пущино, 17–21 апреля 2006 г.). Пущино, 2006б. С. 98.

Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Немова Н. Н. Липидный состав мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. 243 с.

Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1988. 586с.

Шульман Г. Е., Аболмасова Г. И., Столбов А. Я. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113, вып. 5. С. 576–586.

Шульман Г. Е., Юнева Т. В. Роль докозагексаеновой кислоты в адаптациях рыб (обзор) // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26. С. 43–51.

Ackman R. G., Epstein S., Kelleher M. A composition of lipids and fatty acids of the ocean quahaug, *Arctica islandica*, from Nova Scotia and New Brunswick // J. Fish. Res. Bd. Canada. 1974. Vol. 31, N 11. P. 1803–1811.

Bacchiocchi S., Principato G. Mitochondrial contribution to metabolic changes in the digestive gland of *Mytilus galloprovincialis* during anaerobiosis // J. Exp. Zool. 2000. Vol. 286. P. 107–113.

Bell M. V., Henderson R. J., Sargent J. R. The role of polyunsaturated fatty acids in fish // Comp. Biochem. Physiol. B. 1986. Vol. 83, N 4. P. 711–719.

Brinkhoff W., Stockmann K., Grieshaber M. Natural occurrence of anaerobiosis in molluscs from intertidal habitats // Oecologia. 1983. Vol. 57. P. 151–155.

Brooks S.P.J., Storey K. B. Glycolytic controls in estivation and anoxia: a comparison of metabolic arrest in land and marine mollusks // Comp. Biochem. Physiol. A. 1997. Vol. 118. P. 1103–1114.

Burnett L. E., Stickle W. B. Physiological Responses to Hypoxia // Coastal Hypoxia: Consequences for Living Resources and Ecosystems. Coastal and Estuarine Studies. 2001. P. 101–114.

Busa W., Nuccitelli R. Metabolic regulation via intracellular pH // Am. J. Physiol. 1984. Vol. 246. P. 409–438.

David E., Tanguy A., Pichavant K., Moraga D. Response of the Pacific oyster Crassostrea gigas to hypoxia exposure under experimental conditions // FEBS Journal. 2005. Vol. 272. P. 5635–5652.

De Zwaan A. Anaerobic energy metabolism in bivalve mollusks // Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 1977. Vol. 15. P. 103–187.

De Zwaan A., Kluytmans J. H., Zandee D. I. Facultative anaerobiosis in molluscs // Biochem. Soc. Symp. 1976. Vol. 41. P. 133–168.

De Zwaan A., Putzer V. Metabolic adaptations of intertidal invertebrates to environmental hypoxia (a comparision of environmental anoxia to exercise anoxia) // Symp. Soc. Exp. Biol. 1985. Vol. 39. P. 33–62.

Demers A., Guderley H. Acclimatization to intertidal conditions modifies the physiological response to prolonged air exposure in *Mytilus edulis* // Marine biology. 1994. Vol. 118. P. 115–122.

Ellington W. The extent of intracellular acidification during anoxia in the catch muscles of two bivalve mollusks // J. Exp. Zool. 1983. Vol. 227. P. 313–317.

Fandrey J. Hypoxia-inducible gene expression // Respir Physiol. 1995. Vol. 101, N 1. P. 1–10.

Fokina N., Nemova N., Nefedova Z. Fatty acid composition of mussels *Mytilus edulis* under short-term anoxia // Chemistry and physics of lipids. Abstracts from 48th International Conference on the Bioscience of Lipids (Turku, Finland, 4–8 sept. 2007). Turku, 2007. Vol. 149. P. 60.

Freites L., Fernandez-Reiriz M.J., Labarta U. Fatty acid profiles of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) mussel of subtidal and rocky shore origin // Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol. 2002. N 2. P. 453–461.

Gabbott P.A. Developmental and seasonal metabolic activities in marine mollusks // Mollusca. Vol. 2. Environmental biochemistry and physiology. Academic Press Inc. 1983. P. 165–217.

Gade G. Energy metabolism of arthropods and mollusks during environmental and functional anaerobiosis // J. Exp. Zool. 1983. Vol. 228, N 3. P. 415–429.

Gillis T.E., Ballantyne J.S. Mitichondrial membrane composition of two arctic marine Bivalve mollusks, *Serripes groenlandicus* and *Mya truncata* // Lipids. 1999 a. Vol. 34, N 1. P. 53–57.

Gillis T.E., Ballantyne J.S. Influences of subzero thermal acclimation on mitochondrial membrane composition of temperate zone marine bivalve mollusks // Lipids. 1999 b. Vol. 34, N 1. P. 59–66.

Hand S., Hardewig I. Down regulation of cellular metabolism during environmental stress: mechanisms and implications // Annu. Rev. Physiol. 1996. Vol. 58. P. 539–563.

Hochachka P.W., Bick L.T., Doll C.J., Land S.C. Unifying theory of hipoxia tolerance: Molecular/metabolic defense and rescue mechanisms for surviving oxygen lack // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1996. Vol. 93. P. 9493–9498.

Hole L.M., Moore M.N., Bellamy D. Age-related cellular and physiological reactions to hypoxia and hyperthermia in marine mussels // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1995. Vol. 122. P. 173–178.

Horst D. J. van der. Investigation of the synthesis and distribution of fatty acids in the lipids of the snail *Cepaea nemoralis* (L.). I. The fatty acid composition of the total lipids // Neth. J. Zool. 1970. Vol. 20. P. 433–444.

Horst D. J. van der, Oudejans R. C. H. M., Meijers J.A., Testerink G.J. Fatty acid metabolism in hibernating *Cepaea nemoralis* (Mollusca: Pulmonata) // J. Comp. Physiol. 1974. Vol. 91. P. 247–256.

Ivan M., Kondo K., Yang H. et al. HIF-alpha targeted for VHL-mediated destruction by proline hydroxylation: implications for O_2 sensing // Science. 2001. Vol. 292. P. 464–468.

Jaakkola P., Mole D., Tian Y.M. et al. Targeting of HIF-a to the von Hippel-Lindau ubiquitylation complex by O_2 -regulated prolyl hydroxylation // Science. 2001. Vol. 292. P. 468–472.

Kapper M.A., Stickle W.B. Metabolic responses of the estuarine gastropod *Thais haemastoma* to hypoxia // Physiol. Zool. 1987. Vol. 60. P. 159–173.

Klingensmith J.S. Distribution of methylene and nonmethylene-interrupted dienoic fatty acids in polar lipids and triacylglycerols of selected tissues of the hardshell clam (*Mercenaria mercenaria*) // Lipids. 1982. Vol. 17. P. 976–981.

Larade K., Nimigan A., Storey K. Transcription pattern of ribosomal protein L26 during anoxia exposure in *Littorina littorea* // J. Exp. Zool. 2001. Vol. 290. P. 759–768.

Larade K., Storey K.B. A profile of the metabolic responses to anoxia in marine invertebrates // Cell and molecular responses to stress. Vol. 3. Sensing, signaling and cell adaptation. 2002. 346 p.

Logue J.A., de Vries A.L., Fodor E., Cossins A.R. Lipid compositional correlates of temperature-adaptive interspecific differences in membrane physical structure // J. Exp. Biol. 2000. Vol. 203. P. 2105–2115.

Los D.A., Murata N. Membrane fluidity and its role in the perception of environmental signals // Biochim. Biophys. Acta. 2004. Vol. 1666, N 1–2. P. 142–157.

Michaelidis B., Pallidou A., Vakouftsi P. Effects of anoxia on the extra- and intracellular acid-base status in the land snail Helix lucorum (L.): lack of evidence for a relationship between pyruvat kinase down-regulation and acid-base status // J. Exp. Biol. 1999. Vol. 202. P. 1667–1675.

Newell R.I.E. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North and Mid-Atlantic). Blue mussel // Biological Report 82 (11.102) TR EL-82-4. 1989. 25 p.

Ortmann C., Grieshaber M.K. Energy metabolism and valve closure behaviour in the Asian clam *Corbicula fluminea* // J. Exp. Biol. 2003. Vol. 206. P. 4167–4178.

Paradis M., Ackman R.G. Potential for employing the distribution of anomalous non-methylene-interrupted dienoic fatty acids in several marine invertebrates as part of food web studies // Lipids. 1977. Vol. 12, N 2. P. 170–176.

Pollero R.T., Remaria E., Brenner R.R. Seasonal changes of the lipids of the mollusc *Chlamys tehuelcha* // Comp. Biochem. Physiol. 1979. Vol. A64, N 2. P. 257–263.

Ramos C.S., Parrish C.C., Quibuyen T.A.O., Abrajano T.A. Molecular and carbon isotopic variations in lipids in rapidly settling particles during a spring phytoplankton bloom // Organic geochemistry. 2003. Vol. 34. P. 195–207.

Scheek S., Brown M.S., Goldstein J.L. Sphingomyelin depletion in cultured cells blocks proteolysis of sterol regulatory element binding proteins at site 1 // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1997. Vol. 94. P. 11179–11183.

Schmidt H., Kamp G. The Pasteur effect in facultative anaerobic metazoan // Experientia. 1996. Vol. 52. P. 440–448.

Sokolova I., Bock C., Portner H.-O. Resistance to freshwater exposure in White Sea Littorina spp. II: Acid-base regulation // J. Comp. Physiol. B. 2000. Vol. 170. P. 105–115.

Storey K. Suspended animation: the molecular basis of metabolic depression // Can. J. Zool. 1988. Vol. 66. P. 124–131.

Storey K.B. Gene regulation in physiological stress // International congress series. 2004. Vol. 1275. P. 1–13.

Storey K., Storey J. Metabolic rate depression and biochemical adaptation in anaerobiosis, hibernation and estivation // Quart. Rev. Biol. 1990. Vol. 65. P. 145–174.

Sukhotin A.A., Portner H.-O. Age-dependence of metabolism in mussels Mytilus edulis (L.) from the White Sea // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 2001. Vol. 257. P. 53–72.

Tielens A., van Hellemond J. The electron transport chain in anaerobically functioning eukaryotes // Biochim. Biophys. Acta. 1998. Vol. 1365. P. 71–78.

Tocher D. R Metabolism and functions of lipids and fatty acids in Teleost fish // Reviews in fisheries science. 2005. Vol. 11, N 2. P. 107–184.

Walsh P., McDonald D., Booth C. Acid-base balance in the sea mussel, Mytilus edulis. II. Effects of hypoxia and air-exposure on intracellular acid-base status // Mar. Biol. Lett. 1984. Vol. 5. P. 359–369.

Wu R. S. Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses // Mar. Pollut. Bull. 2002. Vol. 45, N 1–12. P. 35–45.

Zhukova N. V., Aizdaicher N. A. Fatty acid composition of 15 species of microalgae // Phytochemistry. 1995. Vol. 39. P. 351–356.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фокина Наталья Николаевна
научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: fokinann@gmail.com
тел. (8142) 571879

Нефедова Зинаида Анатольевна
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: znefed@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Немова Нина Николаевна
директор ИБ КарНЦ РАН, зав. лаб. экологической биохимии, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nemova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783615

Fokina, Natalia
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: fokinann@gmail.com
tel. (8142) 571879

Nefedova, Zinaida
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: znefed@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Nemova, Nina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nemova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783615

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 131–136.

УДК 581.1

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФИТОГОРМОНОВ В КАЛЛУСНОЙ ТКАНИ ПРИ ИНДУКЦИИ ОРГАНОГЕНЕЗА *in vitro* ЗАРОДЫШЕЙ *PICEA ABIES* [L.] KARST.

К. А. Хмара

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

Исследовано содержание индолилуксусной кислоты, абсцизовой кислоты, цитокининов группы зеатина, изопентениладенина (2иП), изопентениладенозина (ИПА) в каллусных тканях при индукции органогенеза у зародышей *Picea abies* [L.] Karst. Органогенез был индуцирован на питательной среде, содержащей тидиазурон и индолилуксусную кислоту. Основным фитогормоном, индуцирующим дифференциацию адвентивных почек, является цитокинин, и процесс образования адвентивных почек зависит от содержания цитокининов группы зеатинов в тканях. Способные к органогенезу зародыши имели повышенный уровень зеатинов по сравнению с зародышами, не способными к органогенезу. Изолированные зародыши приобретали способность к органогенезу, когда уровень зеатина и зеатин-рибозида достигал 8610 нг/ г сухого веса и сохранялся выше данного уровня в течение всего пассажа. На процесс каллусогенеза большое влияние оказывало содержание ИУК и АБК в культивируемых тканях, но значительное увеличение количества данных фитогормонов в тканях приводило к ингибированию как каллусогенеза, так и органогенеза.

Ключевые слова: *Picea abies* [L.] Karst., ИУК, АБК, цитокинины, органогенез, эндогенные фитогормоны.

K. A. Khmara. DYNAMICS OF PHYTOHORMONES IN CALLUS TISSUE DURING THE INDUCTION OF ORGANOGENESIS IN EMBRYOS OF *PICEA ABIES* KARST. *in vitro*

The content of IAA, ABA, cytokinins (zeatin), 2iP-N6, IPA in callus tissues during the induction of organogenesis in embryos of Norway spruce is researched. Organogenesis was induced on a medium containing thiduazuron and IAA. The main phytohormone inducing differentiation of adventitious buds is cytokinin of the zeatin group in the tissues. Embryos capable of organogenesis had increased levels of zeatin as compared to embryos incapable of organogenesis. Isolated embryos acquired the ability for organogenesis when the level of zeatin and zeatin-ribozida reached 8610 ng/g dry weight and remained above this level throughout the passage. The process of callus formation is greatly influenced by the content of IAA and ABA in the cultured tissues, but a significant increase in the content of these groups of phytohormones resulted in inhibition of both callus induction and organogenesis.

Key words: *Picea abies* [L.] Karst., IAA, ABA, cytokinins, organogenesis, endogenous phytohormones.

Введение

Одним из факторов, влияющих на дифференцировку клетки, является воздействие фитогормонов и регуляторов роста. Спектр действия каждого из них очень широк, одно и то же соединение может по-разному влиять на развитие ткани. Фитогормоны играют жизненно важную роль в регуляции роста не только растения как целого организма, но и отдельных его органов. Каждая химическая категория фитогормонов оказывает характерное влияние на рост и дифференцировку растительных клеток и тканей.

Высокое содержание индолилуксусной кислоты (ИУК) в апикальных меристемах в период их активности свидетельствует о ее влиянии на митотическую активность тканей [Уоринг, Филлипс, 1984; Label et al., 1989]. Огромную роль ауксины играют при размножении растений in vitro. ИУК стимулирует развитие адвентивных корней [Batten, Goodwin, 1978; Manzanera, Pardos, 1990], а также образование ксилемных, флоэмных элементов [Stabel et al., 1990]. ИУК обнаружена во всех органах растений [Уоринг, Филлипс, 1984]. Высокий уровень ИУК был найден в развивающихся почках [Скуодене, 1981], активном камбии и проводящих пучках [Меняйло,1987], пыльце и формирующихся семенах [Полевой, 1982].

Цитокинины оказывают основное влияние на индукцию деления клеток, они особенно активны в регуляции клеточного деления [Кулаева, 1973; Burrows, 1978]. В молодых развивающихся зародышах уровень эндогенных цитокининов чрезвычайно высок, а на более поздних стадиях развития семени он быстро снижается [Уоринг, Филлипс, 1984].

Абсцизовая кислота (АБК*)* играет огромную роль в физиологических процессах в растениях [Walton, 1980]. Обработка экзогенной АБК во многих тестах ингибирует рост и прорастание семян. Отмечено изменение уровня эндогенной АБК в процессе индукции цветения с помощью длинного и короткого фотопериода у табака [Чайлахян, Ложникова, 1989].

Возникает вопрос о роли эндогенных фитогормонов в регуляции направленного развития клетки. Установлено [Skoog, Miller, 1957], что при изменении соотношения между ауксином и цитокинином изменяется тип образующей меристемы: при высоком отношении ауксина к цитокининам из части клеток каллуса возникают зачатки корней, а если концентрация цитокинина превышает концентрацию ауксина, то клетки дифференцируются в апикальные меристемы стебля.

Роль экзогенных фитогормонов при микроклональном размножении ели обыкновенной доказана [Chalupa, 1977; von Arnold, Eriksson, 1978, 1979], однако участие эндогенных фитогормонов в индукции органогенеза in vitro изучено недостаточно. Неизвестно, какое количество и соотношение различных групп фитогормонов оказывает влияние на процесс формирования органогенного каллуса. Поэтому актуальной задачей является изучение содержания эндогенных фитогормонов при индукции органогенеза в культуре ткани зародыша *Picea abies* [L.] Karst.

Цель данной работы – определение количества фитогормонов в каллусной ткани при индукции органогенеза у зародышей *Picea abies* [L.] Karst. и изучение их влияния на процесс развития экспланта.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовали зародыши семян *Picea abies* [L.] Karst. Семена были собраны на Устюженской лесосеменной плантации в Вологодской области с деревьев Г-184, Г-132, ПВ-56, ПВ-21. Каждая биологическая повторность состояла из семян, собранных с одного дерева.

Для индукции органогенеза применяли питательную среду (ПС), содержащую минеральные соли по Мурасиге и Скугу. В состав ПС входили: 1 % сахарозы, 0,6 % агара, 5 мг/л тиамин-HCL, 1мг/л пиридоксина, 5 мг/л никотиновой кислоты, 100 мг/л инозита. В ПС добавляли 0,01 мг/л тидиазурона и 0,01 мг/л ИУК. Экспланты культивировали на ПС в течение 28 дней, при +21˚С, при 16 ч освещении. Затем их помещали на ПС, не содержащую регуляторов роста, в которую добавляли активированный уголь.

Нативные фитогормоны определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) [Катаева и др., 1990].

Экстракция фитогормонов из растительного материала. Замороженный растительный материал растирали в агатовой ступке при +4˚С до гомогенного состояния и экстрагировали в течение 2 ч охлажденным до 0˚С 80 %-м метиловым спиртом, содержащим 0,1 % 2,6-бутилметил-4-метилфенола (БМФ) в качестве антиоксиданта, при постоянном перемешивании в темноте, в атмосфере азота.

Полученный экстракт центрифугировали, осадок отделяли, ресуспензировали в 80 %-м метаноле, содержащем 0,1 % БМФ, и повторно экстрагировали в тех же условиях еще 30 мин. Экстракт центрифугировали, осадок отбрасывали, супернатанты объединяли. Супернатант пропускали с помощью пластикового однора-

зового шприца через предколонки объемом 3 см^3, заполненные обращенной фазой С-18 «Сепарон» (производства Чехия). Получали обесцвеченный экстракт, свободный от хлорофиллов, фенолов, каротиноидов и др. Затем экстракт делили на две равные части: одна часть для определения цитокининов, другая – ИУК и АБК. Потери фитогормонов при очистке определяли радиоактивными препаратами. Радиоактивность образцов измеряли на сцинтилляционном счетчике 1919 Рак Бета «Спектраль» фирмы ЛКБ (Швеция). В соответствии с полученными результатами учитывали потери при очистке.

Процедура ИФА. Полистироловые планшеты сенсибилизировали в течение 12 ч раствором антител в гидрокарбонате натрия (pH 9,5–9,7) при 4°С. В каждую лунку вносили по 200 мкл соответствующей антисыворотки. После сенсибилизации планшеты трижды промывали трис-солевым буфером (ТБС) в течение 15 мин, в каждую лунку вносили по 200 мкл 0,1 %-го раствора бычьего сывороточного альбумина (БСА) в ТБС и инкубировали 30 мин при +37°С (кроме вариантов для определения ИУК и АБК). Затем планшеты промывали и в лунки вносили по 50 мкл стандартного раствора гормона или растительного экстракта, перемешивали 1 мин и инкубировали 1 ч (температура инкубации для цитокининов – +37°С, для ИУК и АБК – +18 – +22°С). Через 1 ч в инкубационную смесь добавляли по 150 мкл соответствующего коньюгата – щелочную фосфатазу (ЩФ-гормон), перемешивали 1 мин и инкубировали 1 ч в тех же условиях. Планшеты промывали с добавлением в ТБС 0,01 %-го раствора детергента Тритон Х-100, затем лунки заполняли 200 мкл субстрата (n-нитрофенилфосфат 1 мг/л в гидрокарбонате натрия, pH 9,5–9,7) и инкубировали 1 ч при +37° С. Реакцию останавливали, добавляя в каждую лунку по 50 мкл 5N KOH. Оптическую плотность продукта реакции измеряли при 405 нм на спектрофотометре Multiscan MCC (Flow, Англия).

Оценка результатов. В соответствии с методикой Родбарк [Rodbarc, 1974] определяли зависимость между ферментативной активностью при инкубации антител с возрастающими концентрациями гормона и ферментативной активностью при инкубации в аналогичных условиях без экзогенного гормона.

Все эксперименты проводили в четырех биологических повторностях. При проведении ИФА использовали пять аналитических повторностей. В таблице приведены средние арифметические значения и их стандартные ошибки.

Результаты

При культивировании зародышей *Picea abies* [L.] Karst. на индукционной питательной среде (ИПС) отмечено, что пути развития зародышей в культуре ткани были различны. В связи с этим были определены этапы измерения содержания фитогормонов в зародышах.

Данные иммуноферментного анализа по содержанию различных групп фитогормонов в культивируемых тканях приведены в табл.

Содержание фитогормонов в каллусной ткани после 5 дней культивирования на индукционной питательной среде

При культивировании в течение 5 дней на ИПС содержание ИУК в тканях зародыша *Picea abies* [L.] Karst. увеличилось в 15 раз (с 83 до 1275 нг/г сухого веса), зеатина и зеатин-рибозида в зародышах – до 4868 нг/г сухого веса. Количество эндогенных зеатина и зеатин-рибозида в культивируемых зародышах в течение первых 5 дней возросло в 45 раз. В первые дни культивирования в зародышах не происходило увеличения содержания эндогенных цитокининов ряда 2иП и ИПА. На 5-й день культивирования в зародышах содержалось 4 нг/г сухого веса 2иП и ИПА, что составляет почти ту же величину, что и до культивирования.

Содержание фитогормонов в процессе индукции органогенеза у зародышей ели обыкновенной на питательной среде, содержащей 0,01мг/л тидиазурона и 0,01мг/л ИУК

Тип экспланта	Содержание фитогормонов, нг/г сухого веса			
	ИУК	АБК	зеатин+зеатин-рибозид	2иП+ИПА
Зародыши до введения в культуру ткани	83±2	164±1	109±8	4±1
После 5 дней культивирования	1275±65	21± 4	4868±79	5±1
После 12 дней культивирования	13812±401	518±61	8610±416	1250±11
После 28 дней (органогенный каллус)	12461±360	323±41	9829±596	1036±6
После 28 дней (каллус отсутствует, но формируются адвентивные почки)	28855±1420	321±28	9774±341	795±4
После 28 дней (органогенез не наблюдается)	279082±5 420	617±28	5668±27	667±8
7 дней на безгормональной среде (органогенный каллус)	1760±210	64±4	8316±68	1830±162
7 дней на безгормональной среде (органогенез отсутствует)	378994±10515	952±72	4534±271	813±48

Содержание фитогормонов в каллусной ткани после 12 дней культивирования на индукционной питательной среде

Культивирование в течение 12 дней на ПС приводило к увеличению содержания ИУК в культивируемых тканях в 167 раз. Количество АБК в культивируемых зародышах было высоким – 518 нг/г сухого веса. Содержание зеатина и зеатин-рибозида в зародышах к этому времени составляло 8610 нг/г сухого веса. Количество эндогенных цитокининов ряда 2иП и ИПА в культивируемых зародышах в течение первых 12 дней увеличилось в 298 раз.

Содержание фитогормонов в каллусной ткани после 28 дней культивирования на индукционной питательной среде

После 28 дней культивирования можно было выделить три пути развития зародыша *Picea abies* [L.] Karst. в культуре ткани. Первый – образование органогенного каллуса, на поверхности которого формировались адвентивные побеги. Второй – зародыши не образовывали каллуса, но на поверхности зародыша формировались адвентивные почки. Третий – зародыши не развивались и при дальнейшем культивировании некротизировались. У эксплантов, развивающихся различными путями, наблюдались значительные различия в содержании ИУК. В зародышах, образующих органогенный каллус, концентрация ИУК была 12461 нг/г сухого веса. Зародыши, у которых формирование адвентивных почек происходило на их поверхности, количество ИУК было в два раза выше, чем у образующих органогенный каллус. Зародыши, не способные к органогенезу на данной ПС, имели очень высокое содержание ИУК – 279082 нг/г сухого веса. Данный показатель в 10 раз превышает концентрацию ИУК в зародышах, не образующих каллус, но способных формировать адвентивные почки.

У зародышей, не способных к органогенезу, наблюдалось самое высокое содержание АБК. Количество АБК в органогенном каллусе было таким же, как и у зародышей, не образующих каллус, но способных к формированию адвентивных почек.

У зародышей, образующих органогенный каллус, и у зародышей, у которых формирование адвентивных почек наблюдалось на поверхности самого зародыша, содержание цитокининов ряда зеатина и зеатин-рибозида было примерно одинаковым и составляло соответственно 9829 и 9774 нг/г сухого веса. Зародыши, не способные к органогенезу, содержали цитокинины группы зеатинов несколько меньше – 5668 нг/г сухого веса.

Зародыши, образующие каллус, на поверхности которого происходит формирование адвентивных почек, содержали 2иП и ИПА – 1036 нг/г сухого веса. Зародыши, у которых формирование адвентивных почек наблюдалось на поверхности зародыша, содержали цитокинины ряда 2иП и ИПА (795 нг/г сухого веса). У третьей группы зародышей, не способной к органогенезу, содержание цитокининов ряда 2иП и ИПА было 667 нг/г сухого веса.

Содержание фитогормонов в каллусной ткани после 7 дней культивирования на безгормональной питательной среде

После пересадки зародышей *Picea abies* [L.] Karst. на питательную среду, из состава которой были исключены регуляторы роста, органогенная каллусная ткань формировала адвентивные побеги. При этом содержание ИУК в каллусе резко снижалось и достигало уровня при культивировании зародышей в течение 5 дней на ИПС, содержащей регуляторы роста. Зародыши, не способные к органогенезу, при культивировании их на безгормональной ПС погибали. Содержание ИУК в них было очень высоким, примерно в 200 раз выше, чем в органогенном каллусе.

При пересадке культивируемых зародышей на ПС, не содержащую регуляторов роста, количество АБК в органогенном каллусе значительно снижалось. У зародышей, не способных к органогенезу, содержание АБК было в 15 раз выше, чем в органогенном каллусе.

После пересадки эксплантов на ПС, не содержащую регуляторов роста, отмечалось снижение уровня эндогенных зеатинов в культивируемых тканях. При этом увеличилось количество эндогенных цитокининов ряда 2иП и ИПА.

Обсуждение

В связи с тем что в ПС отсутствовали экзогенные цитокинины, а в качестве индуктора органогенеза применялся тидиазурон (данное вещество, являясь производным тиомочевины и обладая хорошо выраженным цитокининовым эффектом, не вступало в перекрестные реакции с антисыворотками, полученными к цитокининам), все регуляторы роста группы цитокининов в зародышах имели эндогенное происхождение. АБК была также эндогенного происхождения, так как в ПС данное вещество не добавлялось. На содержание ауксинов в культивируемых тканях оказывала влияние экзогенная ИУК.

Результаты показали, что способность зародышей *Picea abies* [L.] Karst. в культуре ткани к органогенезу зависела от содержания фито-

гормонов в культивируемых тканях. При индукции органогенеза у ели обыкновенной на питательной среде, содержащей тидиазурон, необходимым условием является культивирование зародышей в течение 7 дней на индукционной ПС [Хмара, Катаева, 1993]. Более короткие сроки культивирования не способны вызвать органогенез.

После 5 дней культивирования на ПС зародышей *Picea abies* [L.] Karst. происходило увеличение содержания ИУК и цитокининов группы зеатинов в зародышах. Уровень АБК значительно снижался, а 2иП и ИПА оставались без изменения. Полученные данные показали, что на первом этапе культивирования зародышей происходило накопление ИУК, которая оказывала влияние на деление, растяжение и дифференциацию клеток. Увеличение содержания цитокининов на данном этапе говорит о том, что в зародышах происходили процессы, стимулирующие деление клеток. Снижение содержания АБК на первом этапе культивирования – необходимое условие для начала развития зародышей в культуре ткани, так как АБК является ингибитором роста, а ее концентрация в зародышах до начала эксперимента была высокой.

После 12 дней культивирования на ИПС зародыши приобретали способность к формированию адвентивных почек, при этом увеличивалось содержание всех групп фитогормонов. Повышение количества АБК к 12 дню культивирования на индукционной питательной среде в культивируемых тканях объясняется интенсивным накоплением биомассы. В работе Л. Н. Тимергалиной и др. [2007] было показано увеличение содержания АБК в зоне роста листа и корней у растений пшеницы, что подтверждает наши результаты.

После 28 дней культивирования на ИПС, в зависимости от пути развития зародышей *Picea abies* [L.] Karst., отмечались следующие закономерности: высокое содержание ИУК в культивируемых зародышах ингибировало процесс образования каллуса; основную роль при индукции органогенеза играют цитокинины, и если уровень их не достигал определенного значения, то ткани зародыша были не способны формировать адвентивные почки.

Процесс образования адвентивных почек коррелировал со значительным изменением уровня эндогенных цитокининов группы зеатинов в тканях зародышей *Picea abies* [L.] Karst. Аналогичные данные были получены К. Г. Чжань и др. [2005]. Высокое содержание 6-бензиламинопурина (БАП) является основным фактором образования побегов на каллусе. Зародыши, способные к формированию адвентивных почек, имели уровень цитокининов группы зеатинов примерно в два раза выше, чем зародыши, не способные к органогенезу на данной питательной среде. Высокое содержание ИУК и АБК в культивируемых тканях приводило к ингибированию процесса образования каллуса и органогенеза. Зависимость каллусогенеза от ИУК показана в работе К. Г. Чжань и др. [2005]. При образовании почек банана в культуре ткани высокие концентрации эндогенной ИУК тормозили развитие почек, что подтверждает полученные результаты [Gilmar et al., 2000].

Рассматривая способность зародышей ели обыкновенной к органогенезу, можно отметить, что основное влияние на способность их к органогенезу в культуре ткани оказывало соотношение цитокининов к АБК. Так, соотношение цитокининов группы зеатинов к АБК при органогенезе через каллусогенез и при образовании адвентивных почек на поверхности зародыша было одинаковым. У зародышей, не способных к органогенезу в культуре ткани, данное соотношение было значительно меньше. Наши результаты позволяют утверждать, что эндогенные фитогормоны играют основную роль при индукции органогенеза в культуре ткани зародыша *Picea abies* [L.] Karst. Способность тканей экспланта к органогенезу зависит от соотношения различных групп фитогормонов, но основную роль при этом играют цитокинины. К. Г. Чжань и др. [2005] показали, что для образования побегов важнее низкое соотношение ИУК к БАП, чем низкие концентрации каждого из этих гормонов, соотношение ИУК к БАП определяло рост каллусов и образование почек.

Данные по использованию в качестве индуктора органогенеза в культуре зародыша *Picea abies* [L.] Karst. тидиазурона, который не вступает в перекрестные реакции с антителами к цитокининам, позволяют утверждать, что способность тканей зародыша к органогенезу зависит от биосинтеза эндогенных фитогормонов в тканях экспланта. К. А. Хмара и Н. В. Катаева [1993] показали, что на формирование органогенного каллуса в культуре тканей зародышей *Piera abies* [L.] Karst. большое влияние оказывает исходный генотип. Учитывая данный фактор и наши результаты, можно отметить, что зародыши изначально обладают различной способностью к биосинтезу фитогормонов.

Нами выявлена динамика изменения фитогормонов в процессе индукции органогенеза у *Picea abies* [L.] Karst. Основную роль при индукции органогенеза играют цитокинины, и если уровень их не достигал определенного значения, то ткани зародыша были не способны формировать адвентивные почки. Зародыши,

способные образовывать адвентивные почки через каллусогенез и непосредственно на поверхности самого зародыша, имели одинаковый уровень цитокининов. На процесс каллусогенеза основное влияние оказывал уровень ИУК и АБК, но резкое увеличение содержания этих регуляторов роста в тканях приводило к ингибированию каллусогенеза и органогенеза.

Литература

Катаева Н. В., Александрова И. Г., Карягина Т. Б., Машкова А. Х. Возможности метода иммуноферментного анализа для определения фитогормонов в культивируемых in vitro побегах // Физиология растений. 1990. Т. 37, № 4. С. 813–821.

Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функции. М.: Наука, 1973. С. 9–23.

Меняйло Л. Н. Гормональная регуляция ксилогенеза хвойных. Новосибирск: Наука, 1987. 185 с.

Полевой В. В. Фитогормоны. Л., 1982. 183 с.

Скуодене Л. П., *Даргинавичене Ю. Н.* Вопросы повышения продуктивности лесов южной Прибалтики. Вильнюс, 1981. 176 с.

Тимергалина Л. Н., Высоцкая Л. Б., Веселов С. Ю., Кудоярова Г. Р. Содержание гормонов, водный обмен и рост листьев растяжением у растений пшеницы при повышении освещенности // Физиология растений. 2007. Т. 54, № 5. С. 715–721.

Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка. М.: Мир, 1984. С. 80–225.

Хмара К. А., Катаева Н. В. Влияние генотипа материнского растения и веществ цитокининового типа действия на способность тканей зародыша ели обыкновенной (*Picea abies* L.) к органогенезу *in vitro* // Физиология растений. 1993. Т. 40, № 5. С. 802–805.

Чайлахян М. Х., Ложникова В. Н. Фитогормоны и цветение растений // Регуляторы роста и развития растений. Киев, 1989. С. 117–132.

Чжань К. Г., Ли. В., Мао Ф. и др. Содержание гормонов в каллусах *Scutellaria baicalensis*, индуцированных тидиазуроном // Физиология растений. 2005. Т. 52, № 3. С. 392–398.

Von Arnold S., Eriksson T. Induction of adventitious buds on embruos of Norway spruce grown in vitro // Physiol Plant. 1978. Vol. 44, N 2. P. 283–287.

Von Arnold S., Eriksson T. Bud induction on isolated needles of Norway spruce (Picea abies L. Karst.) grown in vitro // Plant Science. 1979. Vol. 15, N 4. P. 363–372.

Batten D. J., Goodwin P. B. Phytohormones and the induction of adventitious roots // Phytohormones and Related Compounds. 1978. Vol. 11. P. 137–173.

Burrows W. Cytokinins // Biochem. Soc. Trans. 1978. Vol. 6. P. 1395–1400.

Chalupa V. Development of isolated Norway spruce and Douglas fir buds in vitro // Commun. Inst. Forest. Cech. 1977. Vol. 10, N 1. P. 71–78.

Gilmar R. Z., Gilberto B. K., Jan E. K., Elaine C. R. Hormonal and Histological Studies Related to In Vitro Banana Bud Formation // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2000. Vol. 63. N 3. P. 187–192.

Label Ph., Sotta B., Miginiac E. Endogenous levels of ABA and IAA during in vitro rooting of Wild Cherry explants produced by micropropagation // Plant Growth Red. 1989. Vol. 8. P. 325–333.

Manzanera J., Pardos J. Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L. // Plant Cell Tissue and Organ Cult. 1990. Vol. 21, N 1. P. 1–8.

Rodbarc D. Statistical quality control and routhine data processing for radioimmunoassay and immunoradiometric assays // Clin. Chem. 1974. Vol. 20, N 8. P. 1255–1257.

Skoog F., Miller W. Chemical regulation of growth and organ formation in vitro // Symp. Soc. Exp. Biol. 1957. Vol. 11. P. 118–121.

Stabel P., Eriksson T., Engstrom P. Changes in Protein Synthesis upon Cytokinin-Mediated Adventitious Bud Induction and during Seedling Development in Norway Spruce, *Picea abies* // Plant Physiol. 1990. Vol. 92. P. 1174–1183.

Walton D. Biochemistry and physiology of abscisic acid // Annu. Rev. Plant Physiol. 1980. Vol. 31. P. 453–489.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Хмара Константин Алексеевич
научный сотрудник, к.б.н.
Институт экологических проблем Севера УрО РАН
Набережная Северной Двины, 23, Архангельск,
Россия, 163000
эл. почта: KAX1961@yandex.ru

Khmara, Konstantin
Institute of North Ecological Problems UB RAS
23 Nabereznaya Severnoy Dviny,
163000 Archangelsk, Russia
e-mail: KAX1961@yandex.ru

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 137–145.

УДК [577.121.7+577.151]:597.552.51

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИГОВ *COREGONUS LAVARETUS* L., ОБИТАЮЩИХ В ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА, ПО НЕКОТОРЫМ БИОХИМИЧЕСКИМ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

М. В. Чурова, О. В. Мещерякова, Н. В. Ильмаст, Н. Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Проведено сравнительное исследование уровня РНК/ДНК, активности ферментов энергетического и углеводного обмена, уровня экспрессии генов некоторых ферментов в мышцах, печени, почках и жабрах сигов (3+ и 4+), обитающих в чистом озере (оз. Каменное) и хвостохранилище отходов Костомукшского горнообогатительного комбината (оз. Костомукшское). Показано, что значение индекса РНК/ДНК в белых мышцах сигов из загрязненного озера было значительно ниже, чем в мышцах сигов из чистого озера, что указывает на более низкий уровень синтеза белка и замедление темпов роста рыб из хвостохранилища. Энергетический обмен мышц, печени сигов из неблагоприятного водоема характеризовался низким уровнем аэробного синтеза АТФ и более высоким уровнем анаэробного обмена, что, возможно, является компенсаторным механизмом поддержания энергетического гомеостаза. В жабрах рыб, наоборот, наблюдалась интенсификация аэробного обмена. Особенностью метаболизма печени являлось также усиленное использование углеводов в процессах энергообеспечения и в пентозофосфатном пути. Установлены различия в уровне экспрессии генов цитохром *c* оксидазы и лактатдегидрогеназы в белых мышцах сигов 3+ и 4+ из чистого и техногенного водоемов, отражающие возрастные особенности в регуляции активности ферментов ЦО и ЛДГ на уровне транскрипции при адаптации к неблагоприятному воздействию.

Ключевые слова: ферменты энергетического и углеводного обмена, индекс РНК/ДНК, экспрессия генов, техногенный водоем, сиги.

M. V. Churova, O. V. Mesheryakova, N. V. Ilmast, N. N. Nemova. HEALTH ASSESSMENT OF WHITEFISH *COREGONUS LAVARETUS* L. FROM THE TAILING DUMP OF THE KOSTOMUKSHA IRON MINING AND ORE DRESSING MILL BY SEVERAL BIOCHEMICAL MARKERS AND LEVEL OF ENZYME GENE EXPRESSION

The comparative study of RNA/DNA ratio, enzymes activity of energy and carbohydrate metabolism, enzymes gene expression in muscles, liver, kidney and gills of whitefish inhabiting the tailing dump of the Kostomuksha iron mining and ore dressing mill (lake Kostomukshskoe) and non affected lake Kamennoe were examined. The RNA/DNA ratio in white muscles of whitefish from the tailing dump was lower in comparison with whitefish from lake Kamennoe, that indicates the lower growth rate of fish from the tailing dump. Energy metabolism of muscles and liver of whitefish from affected lake is characterized by the low level of aerobic ATP synthesis and the high level of anaerobic

metabolism. The aerobic metabolism in gills of whitefish from the tailing dump was intensified. The using of carbohydrates in energy metabolism and in pentose-phosphate pathway were intensified in liver of affected lake fish. The difference in expression level of genes of lactate dehydrogenase and cytochrome *c* oxidase in muscles of different ages whitefish from clean and antropogenically affected water bodies were established. It reflected the age-dependent alterations in transcriptional regulation of cytochrome *c* oxidase and lactate dehydrogenase during adaptation to unfavorable environmental conditions.

Key words: enzymes of energy and carbohydrate metabolism, RNA/DNA ratio, gene expression, industrial waters, whitefish.

Введение

Важной составляющей в оценке состояния, роста и развития рыб при изменении условий окружающей среды является исследование их биохимических и молекулярно-генетических параметров. Изменения на клеточном и молекулярном уровне, возникающие в организме рыб, происходят на самых ранних этапах негативного воздействия, задолго до того, как проявятся изменения на физиологическом, организменном и популяционном уровне [Немова, Высоцкая, 2004; Konradt, Braunbeck, 2001]. В экотоксикологических исследованиях для оценки состояния рыб, темпов их роста, функциональной и метаболической активности органов и тканей используют различные биохимические показатели, в частности определение индекса отношения концентрации нуклеиновых кислот (РНК/ДНК), активности ферментов общих путей метаболизма, а также уровень экспрессии ряда генов, кодирующих ферменты или другие белки. Например, достаточно чувствительным к различным видам загрязнения водных экосистем является индекс соотношения концентраций нуклеиновых кислот РНК/ДНК [Grant, 1996; Mankiewicz-Boczek et al., 2010], отражающий уровень синтеза белков, в том числе обеспечивающих прирост мышечной ткани рыб. Он показывает, как меняется уровень клеточной РНК и соответственно синтез белка при постоянной концентрации ДНК в клетке. В связи с этим данный параметр используется для оценки состояния и темпов роста рыб.

Активность ключевых ферментов энергетического обмена и метаболизма углеводов у рыб при воздействии различных факторов среды позволяет оценить интенсивность и направление путей аэробного и анаэробного синтеза АТФ, степень использования углеводов в энергетическом и пластическом обмене, выявить закономерности и механизмы поддержания необходимого уровня метаболического гомеостаза при неблагоприятном воздействии [Мещерякова и др., 2004; Немова, 2005; Konradt, Braunbeck, 2001]. Так, показателем уровня аэробного обмена служит активность фермента дыхательной цепи митохондрий цитохром *c* оксидазы [Goolish, Adelman, 1987], характеризующий степень окисления всех энергетических субстратов – промежуточных продуктов распада углеводов, белков и жиров – в процессе аэробного метаболизма и сопряженного с ним аэробного синтеза АТФ. Малатдегидрогеназа – фермент цикла трикарбоновых кислот – при наличии корреляции с ЦО также отражает уровень аэробного метаболизма [Merrit, Quattro, 2003]. Лактатдегидрогеназа катализирует реакцию взаимного превращения лактата в пируват. В зависимости от направления реакции, катализируемого различными изоферментами, активность фермента служит показателем интенсивности анаэробного метаболизма (преимущественно в мышцах), индикатором глюконеогенеза – процесса ресинтеза глюкозы в печени или превращения лактата в пируват с последующим его включением в аэробный метаболизм. Значение активности определяемой в данной работе изоформы альдолазы характеризует уровень окисления углеводов в гликолизе. Активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы указывает на интенсивность протекания пентозофосфатного пути окисления углеводов, в процессе которого образуются пентозы, необходимые для синтеза нуклеиновых кислот, а также НАДФН для реакций биосинтеза липидов и восстановления глутатиона [Konradt, Braunbeck, 2001].

Для оценки воздействия промышленного производства на рыб и выявления возможных механизмов их адаптации проведено сравнительное исследование показателя РНК/ДНК, активности ферментов энергетического и углеводного обмена и уровня экспрессии генов некоторых ферментов в мышцах, печени, почках и жабрах сигов Coregonus *Lavaretus* L., обитающих в чистом озере (оз. Каменное) и хвостохранилище отходов Костомукшского горнообогатительного комбината (оз. Костомукшское).

Материал и методы

Исследовали сигов двух возрастных групп 3+, 4+, выловленных в озерах Костомукшское и Каменное в июне 2009 г. Озеро Костомукшское (54°61′ с.ш., 30°47′ в.д.) в результате строительства дамбы преобразовано в технологический водоем Костомукшского горно-обогатительного комбината и используется для оборотного водоснабжения и захоронения отходов производства (хвостов обогащения, которые в виде пульпы поступают в водоем). Вода в озере характеризуется высоким содержанием ионов K^+, Na^+, Ca^+, SO_4^{2-}, HCO_3^-, высокой минерализацией (до 645 г/мл), большим количеством мелкодисперсной минеральной взвеси (1,34 мг/л) [Состояние водных объектов .., 2007; Ильмаст и др., 2010]. Озеро Каменное (64°28′ с.ш., 30°13′ в.д.) представляет собой чистый водоем с аналогичным температурным режимом и глубиной. Размерно-весовые характеристики рыб представлены в табл. 1.

Определение активности ферментов. Активность ферментов определяли в белых мышцах, печени, жабрах и почках сигов. Ткань гомогенизировали в 0,01 М трис-HCl буферном растворе (pH 7,5). Общую активность ферментов лактатдегидрогеназы (ЛДГ, 1.1.1.27), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ, 1.1.1.49), малатдегидрогеназы (МДГ, 1.1.1.37) в органах сигов определяли по общепринятым методикам [Кочетов, 1980]. Активность альдолазы (КФ 4.1.2.13) – по методике Beck в модификации Ананьева и Обуховой [Колб, Камышников, 1976]. Активность цитохром *c* оксидазы (ЦО, КФ 1.9.3.1.) определяли по методу Смита [Smith, 1955], при этом цитохром *c* восстанавливали двукратным по массе количеством аскорбиновой кислоты в 0,02 М фосфатном буферном растворе (pH 7,0) в течение 2 ч и затем на колонке с сефадексом G-25 выделяли в восстановленной форме свободным от избытка восстановителя.

Определение концентрации РНК и ДНК. Тотальную РНК выделяли из белых мышц по Хомчински и Сакхи (Chomczynski, Sacchi, 1987) с помощью набора Yellow Solve («Клоноген», С.-Петербург). ДНК белых мышц экстрагировали методом Альянаби и Мартинеса [Aljanabi, Martinez, 1997]. Концентрации РНК и ДНК определяли спектрофотометрически (спектрофотометр SmartSpec Plus, BioRad, США) [Маниатис и др., 1984].

Определение уровня экспрессии генов. Уровень экспрессии генов цитохром *c* оксидазы субъединицы IV (*COX* IV) и лактатдегидрогеназы субъединицы А (*LDH-A*) в белых мышцах оценивали методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ). Тотальную РНК обрабатывали ДНКазой (10 ед./мл) («Силекс», Россия). Комплементарную ДНК (кДНК) синтезировали из препарата тотальной РНК с использованием MMLV-обратной транскриптазы и случайных гексануклеотидов (набор «Синтез первой цепи ДНК», «Силекс»). Концентрацию кДНК измеряли спектрофотометрически. Амплификацию осуществляли на приборе i-Cycler с оптической приставкой IQ5 (BioRad) с использованием набора «2,5 х реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ с Taq ДНК-полимеразой и ингибирующими активность фермента антителами в присутствии SYBR Green I» («Синтол», Россия). Праймеры подбирали с помощью программы Beacon Designer 5.0. Последовательности праймеров следующие:

LDH-A: прямой 5’- CGTTGACATCCTGACCTAC-3’,
обратный 5’- TCTCCGTGCTCTCCAATG-3’
(GenBank BT043598);

COX IV: прямой 5’-TACGTGGGGCACATGGTGTT-3’,
обратный 5’-CCCAGGAGCCCTTCTCCTTC-3’
(GenBank BT043749);

фактор элонгации *EF-1* (GenBank AF321836)
прямой 5’- TGCTGGTGGTGTTGGTGAG-3’,
обратный 5’-AAACGCTTCTGGCTGTAGGG-3’.

Протокол ПЦР: денатурация ДНК при 95°С 5 мин; повторяющиеся циклы (45): денатурация ДНК при 95°С 20 с, отжиг праймеров при 59°С по 30 с, элонгация ДНК при 72°С по 30 с; с последующей процедурой плавления фрагментов ДНК. Концентрацию матричной РНК в виде кДНК определяли по стандартной кривой [Gahr et al., 2008]. Уровень экспрессии исследуемых генов нормализовали по уровню экспрессии референсного гена *EF-1*. Данные выражались как отношение концентрации мРНК исследуемого гена к концентрации мРНК *EF-1*.

Математический анализ полученных результатов производили с помощью непараметрических критериев: Манна–Уитни и рангового коэффициента корреляции Спирмена. Различия считали достоверными при $p<0,05$ [Коросов, Горбач, 2007].

Таблица 1. Линейно-весовые характеристики сигов возрастом 3+ и 4+ из озер Каменное и Костомукшское

Показатель	3+		4+	
	оз. Каменное (n=9)	оз. Костомукшское (n=7)	оз. Каменное (n=5)	оз. Костомукшское (n=5)
Длина (см)	20,50 ± 0,29	18,70 ± 0,35*	25,13 ± 0,77	21,6 ± 0,15*
Вес (г)	84,7 ± 3,49	65 ± 4,18*	142,83 ± 1,48	101,33 ± 5,49*

* Достоверность различий между озерами при $P \le 0,05$.

Результаты и обсуждение

Показатель РНК/ДНК в белых мышцах сигов из сравниваемых озер

Согласно результатам исследования, значение показателя РНК/ДНК в белых мышцах сигов обоих возрастов, обитающих в хвостохранилище, было ниже по сравнению с таковым в мышцах рыб из чистого водоема (рис. 1). Это указывает на снижение уровня синтеза белков, в том числе обеспечивающих прирост мышечной массы рыб, ухудшение состояния рыб и снижение темпов их роста. Эти выводы подтверждаются и данными по линейно-весовым характеристикам рыб, свидетельствующими о меньших размерах сигов из неблагоприятного водоема (см. табл. 1). Мы предполагаем, что низкий уровень синтеза белка у рыб из техногенного водоема и снижение темпов их роста обусловлены следующими факторами: во-первых, скудной кормовой базой этого озера (по данным ихтиологического анализа [Ильмаст и др., 2010]) и, во-вторых, неблагоприятным влиянием компонентов воды на различные метаболические процессы рыб, определяющие интенсивность белкового синтеза. Результаты наших исследований хорошо согласуются с литературными сведениями. Так, например, снижение индекса РНК/ДНК и темпов роста рыб было показано для окуней *Perca fluviatilis* L., испытывающих влияние сточных вод [Mankiewicz-Boczek et al., 2010], *P. flavescens,* обитающих в озере с высоким содержанием тяжелых металлов [Audet, Couture, 2003], а также при действии токсических веществ на рыб разных видов в экспериментальных условиях [Mohapatra, Noble, 1992; Varo et al., 2007].

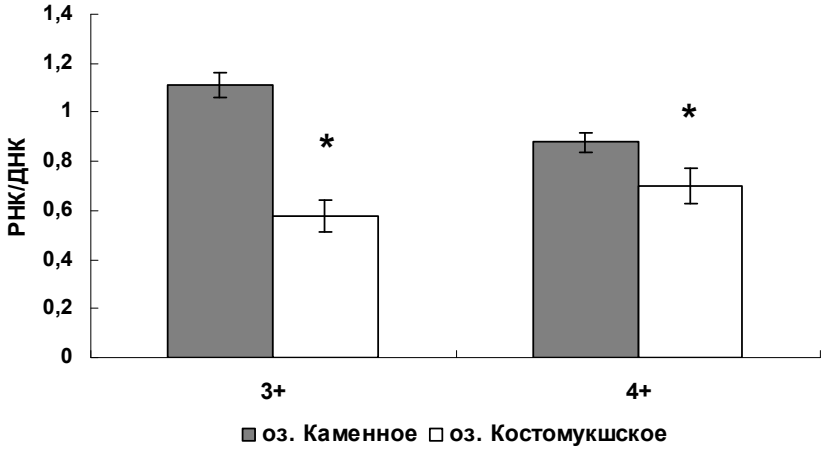


Рис. 1. Значение показателя РНК/ДНК в белых мышцах сигов возрастом 3+ и 4+ из озер Каменное и Костомукшское (M ± m)

Активность ферментов в различных органах сигов из сравниваемых озер. Тканеспецифичные особенности

В белых мышцах сигов из хвостохранилища отмечался низкий уровень аэробного энергетического обмена и высокий – анаэробного процесса синтеза АТФ, на что указывала более низкая активность цитохром *c* оксидазы и высокая – ЛДГ по сравнению с сигами из оз. Каменное (табл. 2). Интенсификацию анаэробного синтеза АТФ можно рассматривать как компенсаторную реакцию энергетического метаболизма, направленную на частичное восполнение недостающего количества АТФ, получаемое аэробным путем [Richards, 2009]. Кроме того, у сигов из сравниваемых озер наблюдалось различное значение коэффициента корреляции активностей аэробных и анаэробных ферментов: у сигов из чистого озера оно было положительным, а у рыб из хвостохранилища – отрицательным (табл. 3). Это свидетельствовало о том, что в норме аэробный и анаэробный пути синтеза АТФ функционируют совокупно, а при неблагоприятном влиянии на организм снижение интенсивности аэробного метаболизма компенсируется увеличением уровня анаэробного.

Особенность метаболизма белых мышц сигов из хвостохранилища состояла также в перераспределении использования углеводов между аэробным и анаэробным энергетическим метаболизмом в сторону усиления их использования в анаэробном синтезе АТФ. На это указывали более низкое значение активности альдолазы в мышцах (см. табл. 2) и отличия во взаимосвязи активности альдолазы и ферментов аэробного и анаэробного обмена (см. табл. 3). Значения коэффициентов корреляции альдолазы с ЦО и ЛДГ в мышцах сигов из чистого водоема были положительными и высокими, а для сигов из техногенного озера наблюдалась достоверная взаимосвязь только для альдолазы и ЛДГ.

Таблица 2. Удельная активность ферментов в органах сигов возрастом 3+ и 4+, обитающих в озерах Каменное и Костомукшское

Фермент	3+			4+		
	оз. Каменное	оз. Костомукшское	М, %	оз. Каменное	оз. Костомукшское	М, %
Мышцы						
ЦО	1,25±0,08	0,96±0,09*	23	1,78±0,32	0,79±0,25*	56
МДГ	15,03±0,99	13,05±1,12		16,38±1,83	14,30±1,61	
ЛДГ	328,127±15,59	400,96 ± 17,68*	22	252,01±18,5	362,16±16,6*	40
альдолаза	100,03±2,82	87,28 ± 3,01*	12	93,57±6,62	86,05±4,04	
Печень						
ЦО	2,38±0,14	1,14±0,16*	52	2,83 ± 0,15	1,82 ± 0,11*	35
МДГ	3,25±0,64	1,29±0,22*	60	4,33 ± 1,1	1,66 ± 0,6*	62
ЛДГ	201,44±19,66	290,82 ± 23,22*	44	181,68 ±15,51	259,43 ± 19,66*	43
альдолаза	42,09±2,94	56,88 ± 5,44*	35	52,65 ±2,13	58,61 ± 4,15*	11
Г-6-ФДГ	4,74±0,56	8,16 ± 1,59*	72	10,09 ± 0,3	16,51 ± 1,23 *	64
Почки						
ЦО	5,38±0,37	2,20±0,44*	59	5,71±0,40	3,52±0,36	38
МДГ	19,11±1,26	9,15±0,9*	52	20,35 ± 1,2	10,37 ± 0,9	49
Г-6-ФДГ	4,63±1,1	1,77±0,45*	62	4,64±0,9	1,55±0,35*	67
ЛДГ	93,3±17,3	65,36±11,5*	30	80,93 ± 10,72	64,11 ± 9,98*	21
альдолаза	29±2,05	13,57±1,98*	53	20,71 ± 1,86	12,31 ± 1,56*	41
Жабры						
ЦО	1,51±0,26	4,35±1,05*	188	2,88 ± 0,34	5,17 ± 0,88*	80
ЛДГ	81,81±5,59	47,56±6,93*	42	111,98 ± 6,70*	75,91 ± 5,35*	32
альдолаза	21,95±7,28	22,35±8,16		11,97 ± 5,11	10,75 ± 2,35	

Примечания. * Достоверные различия между активностью ферментов сигов одного возраста из разных озер ($P < 0,05$). Значение удельной активности ферментов представлено как M ± m в следующих единицах измерения: для ЦО – к / мг белка, для остальных ферментов – мкмоль/ мин/ мг белка.

Таблица 3. Значение коэффициентов корреляции активности исследуемых ферментов между собой в белых мышцах сигов возрастом 3+ и 4+ из сравниваемых озер

Фермент	3+		4+	
	оз. Каменное	оз. Костомукшское	оз. Каменное	оз. Костомукшское
r (ЛДГ)				
ЦО	0,82*	0,71*	0,92*	0,86*
r (альдолаза)				
ЦО	0,88*	0,23	0,89*	0,3
ЛДГ	0,84*	0,76*	0,93*	0,83*

* Достоверные значения коэффициента корреляции ($P < 0,05$).

В печени сигов из хвостохранилища был отмечен низкий уровень аэробного синтеза АТФ, о чем свидетельствовала низкая активность ферментов аэробного обмена ЦО и МДГ (см. табл. 2). Как известно, аэробный метаболизм имеет огромное значение для клеток печени. Это полифункциональный орган, здесь пересекаются метаболические пути углеводного, липидного и белкового обмена, синтезируются различные соединения для пластического обмена, осуществляются процессы детоксикации. Для выполнения такого большого числа функций необходим достаточный уровень АТФ, поэтому энергообеспечение клеток печени осуществляется главным образом за счет эффективного аэробного синтеза АТФ. В норме клетки печени содержат большое количество митохондрий, имеют высокую активность митохондриальных ферментов, в том числе ЦО и МДГ [Романенко, 1978; Goolish, Adelman, 1987]. Даже незначительное уменьшение интенсивности аэробного энергообеспечения клеток печени приводит к нарушению многих процессов их жизнедеятельности и снижению функциональной активности органа, что отрицательно сказывается на жизнедеятельности всего организма рыб, темпах его роста и способности адаптироваться к изменению условий окружающей среды.

Несмотря на более скудную и обедненную кормовую базу оз. Костомукшское по сравнению с кормовой базой оз. Каменное [Ильмаст и др., 2010], согласно данным гистологического анализа [Мурзина и др., 2011], в печени сигов из хвостохранилища наблюдалось жировое перерождение. Мы предполагаем, что это связано с низким уровнем аэробного окислительного метаболизма, так как невозможность полного окисления питательных веществ, поступающих с пищей, приводит к их накоплению и запасанию в виде липидов. Следует подчеркнуть, что важнейшим преимуществом аэробного метаболизма является возможность использования в нем различных энергетических субстратов – промежуточных продуктов распада белков, липидов, углеводов, что имеет огром-

ное значение при несбалансированном питании и приспособлении к условиям окружающей среды. Таким образом, низкий уровень аэробного синтеза АТФ в печени сигов из хвостохранилища делает невозможным достаточно эффективное и полноценное использование даже относительно небольшого количества поступающих с пищей веществ и приводит, с одной стороны, к дефициту энергии, а с другой – к избыточному накоплению липидов в печени.

Обменные процессы в печени сигов из неблагоприятного озера характеризовались также интенсивным метаболизмом углеводов, активным использованием их в энергетическом и пластическом обмене. Так, например, высокие значения активности альдолазы и ЛДГ по сравнению с таковыми в печени сигов из чистого озера (см. табл. 2) свидетельствовали об усилении их использования в процессах анаэробного энергообеспечения, а высокая активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы указывала на более высокий уровень пентозо-фосфатного пути окисления углеводов (см. табл. 2). Повышение активности Г-6-ФДГ печени рыб при токсическом воздействии на рыб отмечается во многих исследованиях [Konradt, Braunbeck, 2001; Venkataramana, Radhakrishnaiah, 2001]. Вероятно, высокие значения активности фермента связаны с увеличением потребности в эквивалентах НАДФН для восстановления глутатиона, участвующего в процессах детоксикации ксенобиотиков. Эти результаты согласуются с исследованием наших коллег, отмечавших высокую активность глутатион S-трансферазы, фермента системы биотрансформации ксенобиотиков, в печени сигов из хвостохранилища [Борвинская и др., 2011]. Сходные результаты по положительной зависимости активностей ферментов Г6ФДГ и глутатион S-трансферазы отмечены и для других видов рыб, в частности для карпа *Cyprinus Carpio*, обитающего в условиях антропогенного загрязнения вод [Sahan et al., 2010].

В почках сигов из хвостохранилища активность всех исследуемых ферментов была ниже, чем в почках сигов из чистого водоема (см. табл. 2), что говорит о снижении в них энергетического обмена (как аэробного, так и анаэробного процессов синтеза АТФ), степени использования углеводов в энергетическом и пластическом обмене. В данном случае, возможно, имеет место серьезное нарушение метаболической и функциональной активности почек, что может быть вызвано сильным влиянием высокого уровня минерализации воды в хвостохранилище.

В жабрах сигов из хвостохранилища активность лактатдегидрогеназы была ниже, а цитохром *c* оксидазы выше по сравнению с рыбами из оз. Каменное (см. табл. 2). Так как активность альдолазы практически не изменялась, а ЛДГ снижалась (см. табл. 2), это указывало на то, что уровень использования углеводов в энергообмене жабр сига не изменялся, а происходило перераспределение степени использования углеводов между аэробным и анаэробным метаболизмом в сторону усиления аэробного синтеза АТФ. Это свидетельствует об интенсификации процесса аэробного энергетического обмена, направленной на усиление функционирования жаберного аппарата и повышение эффективности дыхания в данных неблагоприятных условиях [Gagnon, Holdway, 1999; Немова, 2005].

Таким образом, в органах сигов из техногенного водоема наблюдались серьезные различия в протекании ряда метаболических путей, однако значительных возрастных особенностей при этом не отмечено. Прежде всего, обращает на себя внимание снижение уровня одного из важнейших процессов – аэробного синтеза АТФ в мышцах, печени и почках рыб. Можно предположить, что сиги, обитающие в хвостохранилище, испытывают состояние гипоксии. Это может быть связано с низким уровнем поступления кислорода в организм рыб в результате нарушения функционирования клеток жаберного аппарата под прямым воздействием минеральных компонентов воды или оседания мелкодисперсной механической взвеси на жабрах, блокирующей поступление кислорода. Аэробный обмен служит основным источником энергии, высокий уровень которого отражается на проявлении активной жизнедеятельности организма, процессах роста и развития [Озернюк, 2000]. В связи с этим наблюдаемое снижение темпов роста сигов из хвостохранилища можно объяснить не только скудной кормовой базой, но и снижением общего уровня аэробного метаболизма и перераспределением использования углеводов в сторону ряда метаболических процессов, а именно на компенсаторные реакции анаэробного синтеза АТФ и пластический обмен.

Уровень экспрессии генов цитохром с оксидазы и лактатдегидрогеназы-А в белых мышцах сигов из сравниваемых озер

При сравнении уровня экспрессии генов цитохромоксидазы (*COX* IV) и лактатдегидрогеназы-А (*LDH-A)* в белых мышцах сигов из чистого озера и хвостохранилища были обнаружены некоторые возрастные особенности. Так, у сигов из оз. Костомукшское в возрасте 3+ по сравнению с контролем уровень экспрессии гена *COX* IV был существенно выше, а в возрасте 4+ изменение не наблюдалось (рис. 2). Как

известно, молекула цитохром *c* оксидазы состоит из 13 субъединиц: 3 основных каталитических (*COX* I, II, III), кодируемых митохондриальным геномом, и 10 минорных, которые кодируются ядерным геномом. Субъединица IV цитохром *c* оксидазы (ядерная) необходима для сборки структуры и аллостерической регуляции активности фермента [Duggan, 2010]. Согласно результатам у сигов 3+ при низкой активности ЦО в мышцах усиливается экспрессия генов. Можно предположить, что у сигов, испытывающих негативное влияние, по сравнению с рыбами из чистого оз. Каменное изменяется баланс процессов синтеза и распада белка в мышцах и требуется дополнительный синтез фермента. Возможно, имеет место прямое влияние компонентов воды на структуру фермента. У сигов 4+ данный эффект был выражен слабее: по сравнению с сигами из чистого водоема активность ЦО ниже, а уровень экспрессии гена *COX* IV не изменялся.

Что касается уровня экспрессии гена лактатдегидрогеназы анаэробной субъединицы А, то у сигов из оз. Костомукшское в возрасте 4+ он был значительно выше по сравнению с контролем (см. рис. 2). Возможно, что у сигов в возрасте 3+ наблюдаемое увеличение в активности ферментов обеспечивается механизмами регуляции на пост-транскрипционном уровне, тогда как у сигов 4+ также усиливается дополнительный синтез фермента (его анаэробной изоформы). Таким образом, наши результаты свидетельствуют о различиях в механизмах регуляции активности ферментов цитохром *c* оксидазы и лактатдегидрогеназы у разных возрастных групп сигов из хвостохранилища.

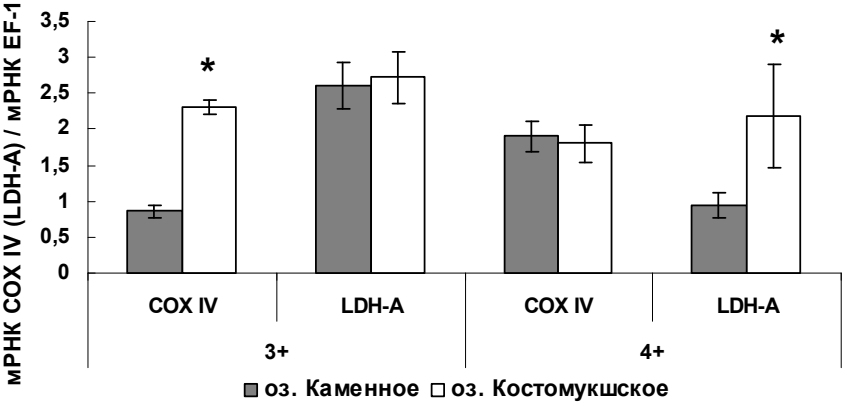


Рис. 2. Уровень экспрессии генов цитохромоксидазы (*COX IV)* и лактатдегидрогеназы – A_4 (*LDH-A)* в белых мышцах сигов возрастом 3+ и 4+ из озер Каменное и Костомукшское (M ± m)

Выводы

1. Показано, что значение индекса РНК/ДНК в белых мышцах у сигов из хвостохранилища ниже, чем у рыб из чистого озера, что указывает на низкий уровень синтеза белка в белых мышцах и снижение темпов роста рыб при неблагоприятном воздействии.

2. Установлено, что характерной реакцией обмена веществ ряда мышц, печени и почек рыб, обитающих в хвостохранилище, является снижение уровня их энергообеспечения, в частности уровня аэробного синтеза АТФ. При этом в мышцах и печени наблюдалась интенсификация процесса анаэробного синтеза АТФ, что являлось компенсаторным механизмом, направленным на частичное поддержание энергетического гомеостаза клеток этих органов.

3. Метаболизм печени сигов из неблагоприятного оз. Костомукшское характеризовался также интенсивным обменом углеводов, а именно усилением их использования в анаэробном процессе образования энергии и пентозофосфатном пути.

4. Установлен высокий уровень экспрессии генов *COX* IV у сигов 3+ и *LDH-A* у сигов 4+, что указывает на возрастные различия в механизмах регуляции активности ферментов цитохром *c* оксидазы и лактатдегидрогеназы у разных возрастных групп сигов из хвостохранилища.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» на 2009–2011 гг., гранта Президента РФ НШ-3731.2010.4, РФФИ № 11-04-00167_а, проекта программы ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (№ г.к. 02.740.11.0700, № г.к. 14.740.11.1034, проект НК-28 (12).

Литература

Борвинская Е. В., Немова Н. Н., Смирнов Л. П. Глутатион-S-трансфераза у рыб северных водоемов: влияние минерализации водной среды // Доклады Академии наук. 2011. Т. 436, № 4. С. 566–568.

Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П., Кучко Я. А. Биология сига костомукшского хвостохранилища (Республика Карелия) // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: мат. III Всерос. конф. с междунар. участием. Ч. I (Апатиты 4–8 октября, 2010 г.). Апатиты, 2010. 228 с.

Колб В. Г., Камышников В. С. Клиническая биохимия. Минск, 1976. 311 с.

Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных: метод. пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. 76 с.

Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии. М.: Высшая школа, 1980. 272 с.

Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М.: Мир. 1984. 480 с.

Мещерякова О. В., Груздев А. И., Немова Н. Н. Сравнительная энзиматическая оценка углеводного обмена окуней *Perca fluviatilis* L. из водоемов с различным уровнем содержания гуминовых кислот // Известия РАН. Сер. биологическая. 2004. № 1. С. 21–26.

Моисеенко Т. И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука. 2009. 400 с.

Мурзина С. А., Нефедова З.А., Немова Н.Н. Использование гистологических методов анализа печени рыб для оценки влияния техногенных вод горнообогатительного комбината (ГОКа) // J. Internat. Scient. Publication: Ecology and safety. 2011. Vol. 4. Part 2. (в печати).

Немова Н. Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука, 2005. 157 с.

Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215 с.

Озернюк Н. Д. Биоэнергетика онтогенеза. М.: изд-во МГУ, 2000. 259 с.

Романенко В. Д. Печень и регуляция промежуточного обмена. Киев: Наукова думка, 1978. 184 с.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 210 с.

Aljanabi S. M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques // Nucleic Acid Res. 1997. Vol. 25. P. 4692–4693.

Audet D., Couture P. Seasonal variations in tissue metabolic capacities of yellow perch (*Perca flavescens*) from clean and metal-contaminated environments // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2003. Vol. 60. P. 269–278.

Chomczynski P., Sacchi N. Single step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction // Anal. Biochem. 1987. Vol. 162. P. 156–159.

Duggan A. Control of cytochrome c oxidase biosynthesis in the thermal remodeling of white muscle of two cyprinid minnows. M.S. thesis. Kingston: Ontario, 2010.

Gagnon D. F., Holdway A. I. Respiratory functional activity of gills of some fish species at toxic effect // Comp. Biochem. Physiol. B: Biochem Mol. Biol. 1999. Vol. 120. P. 256–266.

Gahr S. A., Vallejo R. L., Weber G. M. et al. Effects of short-term growth hormone treatment on liver and muscle transcriptomes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Physiol. Genomics. 2008. Vol. 32. P. 380–392.

Goolish E. M., Adelman I. R. Tissue specific cytochrome c oxidase activity in largemouth bass: the metabolic cost of feeding and growth // Physiol. Zoology. 1987. Vol. 60. P. 454–464.

Grant G. C. RNA-DNA ratios in white muscle tissue biopsies reflect recent growth rates of adulr brown trout // J. Fish Biol. 1996. N 48. P. 1223–1230.

Konradt J., Braunbeck T. Alterations of selected metabolic enzymes in sh following long-term exposure to contaminated streams // J. Aquatic Ecosyst. Stress and Recov. 2001. Vol. 8. P. 299–318.

Mankiewicz-Boczek J., Kaczkowski Z., Godowska M., Zalewski M. RNA/DNA ratio as an indicator of the impact of long-term accumulative contamination for the assessment of river degradation – a pilot study // Ecohydrol. and Hydrobiol. 2010. P I–VIII. URL: http://versita.metapress.com/content/c906680500771684/ (дата обращения: 15.03.2011).

Merrit T. J. S., Quattro J. M. Evolution of the vertebrate cytosolic malate dehydrogenase gene family: duplication and divergence in actinopterygian fish // J. Mol. Evol. 2003. Vol. 56. P. 265–276.

Mohapatra B. C., Noble A. RNA-DNA ratio as indicator of stress in fish // Comp. Physiol. Ecol. 1992. Vol. 17. P. 41–47.

Richards J. G. Metabolic and Molecular Responses of Fish to Hypoxia // Fish Physiol. Vol. 27. Hypoxia / Eds.: Richards J.G., Farrell A.P., Brauner C.J. San Diego: Elsevier, 2009. P. 443–485.

Sahan A., Kurutas E. B., Altun T. The determination of biochemical indicators (biomarkers) in the common carp (*Cyprinus carpio*) to the physico-chemical parameters of the Ceyhan River (Adana-Turkey) // Ekoloji. 2010. Vol. 19. P. 8–14.

Smith L. Spectrophotometric assay of cytochrome *c* oxidase // Methods Biochem. Analysis. 1955. Vol. 2. P. 427–434.

Varo I., Nunes B., Amat F. et al. Effect of sublethal concentrations of copper sulphate on seabream *Sparus aurata* fingerlings // Aquat. Living Resour. 2007. Vol. 20. P. 263–270.

Venkataramana P., Radhakrishnaiah K. Copper-influenced changes in lactate dehydrogenase and G-6-PDH activities of the freshwater teleost, *Labeo rohita* // Bul. Environ Contam. Toxicol. 2001. Vol. 67. P. 257–263.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чурова Мария Викторовна
младший научный сотрудник
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: mchurova@yandex.ru
тел. (8142) 571879

Мещерякова Ольга Владимировна
старший научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: mesch@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Ильмаст Николай Васильевич
ведущий научный сотрудник, к.б.н.
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ilmast@krc.karelia.ru
тел. (8142) 571879

Немова Нина Николаевна
директор ИБ КарНЦ РАН, зав. лаб. экологической биохимии, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
ИБ КарНЦ РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nemova@krc.karelia.ru
тел. (8142) 783615

Churova, Maria
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mchurova@yandex.ru
tel. (8142) 571879

Mescheryakova, Olga
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mesch@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Ilmast, Nikolai
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilmast@krc.karelia.ru
tel. (8142) 571879

Nemova, Nina
Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nemova@krc.karelia.ru
tel. (8142) 783615

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 146–147.

ХРОНИКА

IX СИМПОЗИУМ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА НЕМАТОЛОГОВ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «НЕМАТОДЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ» (Петрозаводск, 27 июня – 1 июля 2011 г.)

ИБ КарНЦ РАН совместно с Центром паразитологии ИПЭЭ РАН и ИБМ ДВО РАН с **27 июня по 1 июля 2011 г.** провел **IX симпозиум Российского общества нематологов с международным участием «Нематоды естественных и трансформированных экосистем»**.

Нематоды, относящиеся ко второму по числу видов классу царства животных, представлены паразитическими и свободноживущими формами. Отдельные виды нематод стали модельными объектами в современной биологии, изучение которых привело к открытию ряда фундаментальных биологических закономерностей и механизмов жизнедеятельности организмов (Нобелевская премия 2002 г. Бреннера, Хорвица и Сальстона присуждена за открытие программируемой клеточной смерти, которое было сделано на свободноживущей нематоде *Caenorhabditis elegans*). Можно также отметить, что и присвоение двух других нобелевских премий по физиологии и медицине было непосредственно связано с *Caenorhabditis elegans* – в 2006 г. за открытие РНК-интерференции и в 2008 г. за разработку методов использования сигнального протеина с зеленой флуоресценцией (GFP). *C. elegans* был основным объектом исследований по этим большим проектам.

В нашей стране это направление также активно развивается. Накоплен большой теоретический и практический опыт в этой области, который активно обсуждается на научных мероприятиях различного статуса в России и за рубежом. Исследователи-нематологи являются членами созданного в 1994 г. Российского общества нематологов (РОН), представляющего собой неформальное профессиональное объединение всех специалистов, работающих в России и СНГ. За прошедший период организационная работа РОН показала свою несомненную успешность.

Международные симпозиумы, проводимые Российским обществом нематологов, являются основным форумом нематологов из России и стран СНГ. Важность таких симпозиумов, где обсуждаются основные вопросы экологии популяций, филогении и таксономии нематод, новые методы их изучения и идентификации, прикладные вопросы нематологии, не вызывает сомнений. В связи с этим в них активно участвуют исследователи из научных организаций РАН, практики из прикладных научно-исследовательских институтов и производственных организаций, педагоги из вузов России, специалисты из научных организаций ближнего и дальнего зарубежья. К настоящему времени уже проведено восемь нематологических симпозиумов с активным участием коллег из зарубежных стран, что способствует установлению тесных рабочих контактов.

В ходе работы IX Международного нематологического симпозиума были рассмотрены теоретические и прикладные проблемы современной нематологии, специалисты ознакомились с последними достижениями в различных областях нематологии. Отдельное внимание на симпозиуме было уделено молодым ис-

следователям. Они выступили с докладами и стендовыми сообщениями о своей научной работе, обсудили ее результаты с известными отечественными и зарубежными специалистами в данной области, прослушали лекции по теоретической нематологии, посетили практические занятия по прикладной нематологии. Особое внимание к молодежи обусловлено тем фактом, что резко сократилось число аспирантов, изучающих нематологию. В связи с этим необходима широкая просветительская работа среди студентов, привлечение их к научным исследованиям в области нематологической и смежных наук. Оргкомитетом было принято решение в рамках симпозиума провести научную школу-семинар по теоретической и прикладной нематологии для молодых ученых, аспирантов и студентов Эколого-биологического учебно-научного центра при ИБ КарНЦ РАН. С ознакомительными лекциями по различным направлениям исследований нематод и применяемым методикам выступили ведущие ученые России. Лекции изданы в виде учебно-методического пособия «Краткий спецкурс по нематологии». Были организованы практические занятия по прикладным вопросам нематологии.

В работе симпозиума приняли участие свыше 70 исследователей – нематологов из ведущих нематологических центров России, стран СНГ и зарубежных стран (Бельгия, Великобритания, Германия, Египет, Иран, Япония, Сербия и др.), 20 студентов, аспирантов, молодых ученых.

Симпозиум является плановым научным мероприятием Отделения биологических наук РАН и проведен при финансовой поддержке ОБН РАН, программы целевых расходов Президиума РАН, РФФИ.

Сопредседатель оргкомитета
Е. М. Матвеева

V РОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ «БЕЛКИ И ПЕПТИДЫ» (Петрозаводск, 8–12 августа 2011 г.)



Российская академия наук, Президиум РАН, Отделение биологических наук РАН, Научный совет РАН по биоорганической химии, учреждения Российской академии наук: Институт биологии Карельского научного центра, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, Петрозаводский государственный университет **с 8 по 12 августа 2011 г**. проводят **V Российский симпозиум «Белки и пептиды»** (380 участников), в рамках которого будет организована школа молодых ученых (150 чел.). В 2003 г. по инициативе академиков В.Т. Иванова и Н.Ф. Мясоедова была возрождена традиция регулярно проводившихся в 80–90-х гг. прошлого века «пептидных» конференций. На IV симпозиуме, состоявшемся в г. Казани, было принято решение провести следующий V симпозиум в г. Петрозаводске. Ученые и специалисты из ведущих регионов, в которых к настоящему времени активно развиваются инновационные и научно-образовательные процессы (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Томск, Новосибирск и др.), представят научные доклады и прочитают лекции для студентов, аспирантов и молодых ученых. Тематика планируемого мероприятия входит в перечень задач, решаемых в рамках **ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 гг.»** по приоритетному направлению реализации программы **«Живые системы»** в разделах критических технологий Российской Федерации – **«Клеточные технологии»** и **«Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных»**.

Основная цель симпозиума – ознакомление с последними достижениями фундаментальных и прикладных исследований в области современной химии и биологии белков и пептидов, а также новыми методами; выявление наиболее важных направлений в изучении структуры, функционирования и применения белков и пептидов; обсуждение возможных путей внедрения результатов научных исследований в практику био- и медицинских технологий, в том числе при создании новых лекарственных средств; установление более тесных контактов между учеными ведущих научных центров страны. Кроме того, важная задача симпозиума – привлечение молодых ученых к активной научной деятельности, повышение их профессионального уровня, вовлечение молодых ученых в систему информационного обмена, формирование у них навыков представления результатов и участия в научной дискуссии с целью подготовки квалифицированных научно-технических кадров в этой области. В рамках симпозиума планируется интегрировать опыт и новые подходы к созданию объектов инновационной инфраструктуры при использовании результатов исследований белков и пептидов в ведущих российских институтах, вузах и научно-образовательных центрах.

Симпозиум организован при финансовой поддержке Президиума Российской академии наук, Отделения биологических наук РАН, Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 11-04-06042. Генеральный спонсор симпозиума – ООО «ГЕРОФАРМ» (г. Санкт-Петербург). Кроме того, спонсорскую помощь оказывают ЗАО «Инновационный научно-производственный центр “Пептоген”» (г. Москва), ООО «ПЕПТОС ФАРМА» (г. Москва), ЗАО «ДжиИ Хэлскеа» (г. Москва), Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии СЗО РАМН (г. Санкт-Петербург), ООО «Спектроника» (г. Москва).

Открытие симпозиума состоится **8 августа 2011 г.** в 9.30 в конференц-зале Петрозаводского государственного университета по адресу: г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33.

Сопредседатель оргкомитета
Н. Н. Немова

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 149–152.

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ТЮТЮННИК
(к 70-летию со дня рождения)

15 января 2011 г. исполнилось 70 лет заслуженному деятелю науки Республики Карелия, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Николаю Николаевичу Тютюннику.

Он родился в 1941 г. в с. Петровцы Миргородского района Полтавской области. Еще в студенческие годы, обучаясь в Петрозаводском государственном университете, проявил интерес к научным исследованиям. Под руководством профессора В.А. Берестова в 1968 г. защитил дипломную работу «Особенности белкового, углеводного и жирового обмена у норок, песцов и лисиц». После окончания учебы в университете он был направлен на работу в отдел звероводства Карельской государственной опытной станции в качестве научного сотрудника. В 1972 г. избран по конкурсу в лабораторию физиологии пушных зверей ИБ КФ АН СССР. Здесь он окончил заочную аспирантуру и в 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию «Использование морфологических и биохимических тестов для оценки питательных достоинств применяемых в звероводстве кормов». В 1980–1988 гг. Н.Н. Тютюнник работал заместителем директора по научной работе, в 1988–2008 гг. – заведующим лабораторией экологической физиологии животных ИБ КарНЦ РАН. В 2002 г. он защитил докторскую диссертацию «Физиолого-биохимический статус организма норок (*Mustela vison* Schr.) и песцов (*Alopex lagopus* L.) и пути его оптимизации».



Основные научные исследования Н.Н. Тютюнника связаны с изучением влияния факторов среды на организм млекопитающих, познанием структурных и функциональных механизмов адаптивных процессов. Разработка этого направления крайне важна в отношении хищных пушных зверей и грызунов, разводимых в неволе, где условия жизни значительно отличаются от природных. Неотъемлемой частью этих исследований является поиск средств обеспечения оптимального функционирования организма. Под научным руководством Н.Н. Тютюнника проведены комплексные исследования новых видов кормов и

кормовых добавок, изучался минеральный состав волосяного покрова, гормональный, энзиматический и витаминный статус пушных зверей в норме и патологии. Выявлены закономерности адаптивных перестроек в организме хищных пушных зверей в ответ на воздействие различных факторов среды. Многолетние исследования явились основой для разработки системы мониторинга за состоянием здоровья животных, введенных в зоокультуру, и его оптимизации, в том числе и с использованием ряда биологически активных веществ.

Н.Н. Тютюнник является автором более 300 научных и научно-методических работ. Он получил три авторских свидетельства и три патента, разработал ряд методических пособий и рекомендаций, направленных на совершенствование способов кормления и оптимизацию физиологического состояния пушных зверей. Практические разработки с его участием были представлены на III Московском международном салоне инноваций и инвестиций 4–7 февраля 2003 г., VII Московском международном салоне промышленной собственности «Архимед» в 2004 г., 1-й межрегиональной выставке «Инновации Европейскому Северу» в Петрозаводске в 2005 г., а также в г. Санкт-Петербурге на VII Международном форуме «Биотехнология и современность» в 2006 г.

Наряду с научно-исследовательской работой большое внимание Н.Н. Тютюнник уделяет подготовке научных кадров высшей квалификации и научно-организационной деятельности – под его руководством защищено пять кандидатских диссертаций. В течение ряда лет он председатель государственной аттестационной комиссии Петрозаводского госуниверситета по специальности «Зоотехния», руководитель филиала кафедры зоотехнии агротехнического факультета ПетрГУ в Институте биологии КарНЦ РАН, член Ученого совета Института биологии, член Объединенного диссертационного совета по защите докторских диссертаций при КГПА – специальности «Биохимия» и «Физиология», инициатор и организатор четырех международных симпозиумов.

За плодотворную научную и научно-организационную деятельность Н.Н. Тютюнник награжден почетными грамотами Совета Министров РК, Исполкома Петрозаводского городского Совета народных депутатов, КарНЦ РАН и Министерства сельского хозяйства Карелии, медалью «Ветеран труда». Ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Карелия» и ученое звание профессора по специальности «Физиология».

Поздравляем Николая Николаевича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, исполнения всех ближних и дальних творческих задумок, любознательных и инициативных учеников, счастья и надежных друзей!

В. А. Илюха

СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ ТРУДОВ Н.Н. ТЮТЮННИКА

1967. Гематологические показатели углеводно-жирового обмена у пушных зверей // Уч. записки Петрозаводского ун-та. Т. XV, вып. 4. С. 24–38. (Совместно с В. А. Берестовым.)

1971. Уровень липидов, холестерина и липопротеидов в сыворотке крови пушных зверей // Уч. записки Петрозаводского ун-та. Т. XVII, вып. 4. С. 21–29. (Совместно с В. А. Берестовым.)

1972. Изменение биохимических показателей крови телят в период постнатального онтогенеза // Научные труды. СЗНИИСХ, вып. XXII. Животноводство. С. 126–134. (Совместно с А. Н. Мелькиной, В. Т. Графовой.)

Морфо-биохимический состав крови норок, содержащихся на рационах с различным уровнем минтая // Уч. записки Петрозаводского ун-та. Т. XIX, вып. 5. С. 22–33.

1979. Способ кормления пушных зверей. Автор. свидетельство № 682218. (Совместно с В. А. Берестовым, Г. Г. Петровой, С.П.Изотовой, С.А. Черноморским, Т. В. Никитиной.)

1980. Способ кормления пушных зверей. Автор. свидетельство № 733617. (Совместно с В. А. Берестовым, Г. Г. Петровой, С. П. Изотовой и др.)

1984. Минеральный состав волосяного покрова норок и песцов. Петрозаводск: Карелия. 158 с. (Совместно с В. А. Берестовым, Н. В. Тюрниной.)

Stress problems on fur farms and the ways of their solving // Scientifur. Vol. 8, N 2. P. 107–112. (Совместно с L. K. Kozhevnikova, V. A. Berestov.)

Способ выращивания молодняка пушных зверей. Автор. свидетельство № 1124467. (Совместно с Л. Ф. Адигамовым, В. А. Берестовым, М. П. Черниковым, В. В. Баевым.)

1987. Гормональная функция половых желез у некоторых видов пушных зверей // Очерки по физиологии пушных зверей / Под ред. В. А. Берестова. Л.: Наука. С. 156–184. (Совместно с О. Н. Савченко, Л. Н. Сироткиной.)

1990. Endocrine ovarian function in mink (*Mustela vison*) and blue fox (*Alopex lagopus*) during the anestrous and reproductive season // Scientifur. Vol. 14, N 4. P. 259–262. (Совместно с L. N. Sirotkina, O. N. Sawchenko.)

1993. Средство для улучшения качества меха норок. Патент № 150704 ХРП от 01.04.1993 г. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, М. Н. Бадовской, М.Н Кондрашовой и др.)

1994. Some blood indices of mink nanism // Scientifur Vol. 18, N 3. P. 157–160. (Совместно с L. B. Uzenbaeva.)

Effekt of fat and carbohydrate diet on digestive enzyme activity in mink blood and organs // Scientifur. Vol. 18, N 4. P. 277–280. (Совместно с V. M. Oleinik.)

Способ отбора самок норок для воспроизводства. Решение о выдаче патента от 14.10.94 г. (Совместно с Г. М. Малининой.)

1995. Показатели крови при карликовости у норок // Кролиководство и звероводство. №3. С. 24 (Совместно с Л. Б.Узенбаевой.)

Витамин А в организме норок в различные биологические периоды // Кролиководство и звероводство. № 4. С. 9–10. (Совместно с Г. Г. Петровой, Т. Р. Руоколайнен, И. И. Григович, Т. Н. Ильиной.)

1996. Биохимическое тестирование как способ оценки физиологического состояния пушных зверей, разводимых в промышленных комплексах // С.-х. биология. № 2. С. 39–50. (Совместно с Л. К. Кожевниковой.)

Seasonal variation in the isoenzymatic profile of lactate dehydrogenase in organs of farm mink and polar foxes // Scientifur. Vol. 20, N 1. P. 54–60. (Совместно с L. K. Kozhevnikova, H. I. Meldo, A. R. Unzhakov.)

Succinic acid as a stimulator of physiological processes and productivity in farm mink // Scientifur. Vol. 20, N 1. P. 85–91. (Совместно с L. K. Kozhevnikova, H. I. Meldo A. R. Unzhakov, M. N. Kondrashova, L. A. Badovskaja.)

1997. Биохимический мониторинг норок в период лактации // Ветеринария. № 2. С. 48–51. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, В. А. Илюхой, Л. Б. Узенбаевой, Х. И. Мелдо.)

Specificity of Metabolic characteristics of farm-bred white mink // Scientifur. Vol. 21, N 4. P. 265–269. (Совместно с L. K. Kozhevnikova, V. A. Ilyukha, A. R. Unzhakov, H. J. Meldo.)

1998. Изменения изоферментного спектра лактатдегидрогеназы органов норок при алеутской болезни норок // Ветеринария. № 4. С. 24–27. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо.)

1999. Оптимизация физиологического состояния и продуктивности норок янтарной кислотой // С.-х. биология. №4. С. 51–56. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, Х. И. Мелдо, М. К. Кондрашовой, Л. А. Бадовской, А. Р. Унжаковым.)

Эффект гидролизата из мидий при алеутской болезни норок // Вопр. вирусологии. Т. 44, № 1. С. 32–35. (Совместно с Л. Б. Узенбаевой, В. А. Илюхой, Х. И. Мелдо, А. Р. Унжаковым.)

Гормональная функция щитовидной железы, коры надпочечников и гонад пушных зверей в период постнатального онтогенеза и репродукции // С.-х. биология. №6. С. 93–99. (Совместно с Л. Н.Сироткиной.)

Лабиринты биоэтики // Философия науки. Научное издание по философии, методологии и логике естественных наук. №2 (6). С. 41–50. (Совместно с Н. А. Балакиревым, Б. Барабашем, Е. М. Колдаевой и др.)

2000. Изоферменты лактатдегидрогеназы при сезонных адаптациях хищных пушных зверей // Журн. эволюц. биохим. и физиол. Т. 36, № 1. С. 24–29. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо.)

Специфические показатели профиля тиамина у норок в условиях его недостаточности // Ветеринария. № 3. С. 45–49. (Совместно с Г. Г. Петровой, Т. Н. Ильиной.)

2001. Активность ферментов пищеварительных желез в крови у норок и песцов в течение года // С.-х. биология. № 4. С. 15–18. (Совместно с В. М. Олейником, Е. Б. Свечкиной.)

Характеристика статуса тиамина у норок в условиях развития его дефицита // С.-х. биология. №6. С. 67–72. (Совместно с Г. Г. Петровой, Т. Н. Ильиной, И. П. Черникевичем.)

2002. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы органов норок и песцов в постнатальном развитии // Онтогенез. Т. 33, №3. С. 218–224. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо.)

Обмен веществ и физиолого-биохимический статус норок под влиянием генно-инженерного соматотропного гормона // С.-х. биология. № 4. С. 66–73. (Совместно с Л. К. Эрнстом, Л. Ф. Адигамовым, Л. Н. Сироткиной и др.)

Комплекс активирующих факторів імунітету – засіб підвищення продуктивності молодняку норок // Науковый вісник національного аграрного університету. Киев. № 55. С. 234–236. (Совместно с А. М. Никитенко.)

Янтарная кислота как стимулятор // Кролиководство и звероводство. № 4. С. 7–8. (Совместно с Л. К. Кожевниковой М. Н. Кондрашовой, Л. А. Бадовской и др.)

2003. Тиреоидные гормоны и активность лизосомальных протеолитических ферментов в органах песца *Alopex lagopus* // Журн. эволюц. биохим. и физиол. Т. 39, № 3. С. 234–236. (Совместно с Н. Л. Рендаковым, Л. Н. Сироткиной, М. Ю. Крупновой, Н. Н. Немовой.)

Thiamine status in mink blood under alimentary hypovitaminosis B1 after feeding thiaminase-containing fish // Scientifur. Vol. 26, N 4. P. 106–111. (Совместно с G. G. Petrova, T. N. Ilyina, I. P. Chernikevich, H. I. Meldo.)

Средство для улучшения качества пушнины песцов. Патент №2198539 от 20 февраля 2003 г. (Совместно с Ю. К. Калининым, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо и др.)

2004. Видовая специфичность изоферментных профилей лактатдегидрогеназы органов грызунов различного экогенеза // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. Т. 90, №2. С. 187–192. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо.)

Влияние кратковременного полного голодания на физиологическое состояние песцов // Вестник РАСХН. № 3. С. 63–66. (Совместно с А. Р. Унжаковым, Л. К. Кожевниковой, Х. И. Мелдо, Н. А. Балакиревым.)

2005. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы органов пушных зверей различного экогенеза // Журн. эволюц. биохим. и физиол. Т. 41, № 3. С. 240–246. (Совместно с Л. К. Кожевниковой, А. Р. Унжаковым, Х. И. Мелдо.)

Влияние различных режимов освещения, мелатонина и эпиталона на активность лизосомальных протеиназ в печени и почках крыс // Медицинский академический журнал. Т. 5, №3. Прил. 7. С. 33–35. (Совместно с Н. Л. Рендаковым.)

Влияние световых режимов на возрастные изменения активности панкреатической и кишечной амилаз крыс // Медицинский академический журнал. Т. 5, №3. Прил. 7. С. 35–36. (Совместно с Е. Б. Свечкиной.)

2006. Влияние возраста, различных режимов освещения, мелатонина и эпиталона на активность лизосомальных протеиназ в печени и почках крыс // Успехи геронтологии. Вып. 19. С. 72–79. (Совместно с Н. Л. Рендаковым, И. А. Виноградовой.)

Влияние световых режимов и геропротекторов на активность панкреатической и кишечной амилаз у крыс разного возраста // Успехи геронтологии. Вып. 19. С. 66–72. (Совместно с Е. Б. Свечкиной, И. А. Виноградовой.)

2007. Особенности структуры лейкоцитов крови норок различных генотипов // Вестник ВОГиС. Т. 11, № 1. С. 155–161. (Совместно с Л. Б. Узенбаевой, А. Г. Голубевой, В. А. Илюхой.)

Специфичность изоферментных спектров ЛДГ у норок белого окраса // Вестник ВОГиС. Т. 11, № 1. С. 139–145. (Совместно с А. Р. Унжаковым, Л. К. Кожевниковой, В. А. Илюхой, Х. И. Мелдо.)

Активность пищеварительных ферментов в сыворотке крови норок различных генотипов // Вестник ВОГиС. Т. 11, № 1. С. 99–109. (Совместно с Е. Б. Свечкиной.)

Morphometric and cytochemical investigation of subcellular structure on sapphire mink leucocytes // Scientifur. Vol. 31, N 2. P. 49–53. (Совместно с L. B. Uzenbaeva, A. G. Golubeva, V. A. Ilukha, M. G. Nyuppieva.)

Морфофункциональные особенности лейкоцитов млекопитающих, разводимых в неволе в условиях Европейского Севера // Труды Карельского научного центра РАН. Вып. 11. С. 109–117. (Совместно с Л. Б. Узенбаевой, А. Г. Голубевой, В. А. Илюхой, С. А. Коросовым.)

Ecological adaptations of the nematode *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902) Leiper, 1907 – parasite of predaceous mammals // Russian Journal of Nematology. Vol. 15, N 2. P. 162–163. (Совместно с L. V. Anikieva V. S. Anikanova.)

2009. Морфофункциональные особенности лейкоцитов млекопитающих, разводимых в неволе в условиях Европейского Севера // Информационный вестник ВОГиС. Т. 13, № 3. С. 571–577. (Совместно с Л. Б. Узенбаевой, А. Г. Голубевой, В. А. Илюхой.)

Содержание тиреоидных гормонов и активность лизосомальных протеиназ у песцов (Alopex lagopus) в условиях промышленной доместикации // Информационный вестник ВОГиС. Т. 13, № 3. С. 624–638. (Совместно с Н. Л. Рендаковым, Л. Н. Сироткиной, М. Ю. Крупновой, Н. Н. Немовой.)

Some biochemical effects of starvation in arctic blue foxes (*Alopex lagopus*) // Ann. Anim. Sci., Vol. 9, N 4. 425–434. (Совместно с A. Unzhakov, E. Svechkina, B. Barabas.)

Роль гуморальных факторов естественной защиты при токсаскаридозе песцов // Труды Карельского научного центра РАН. № 3. С. 4–7. (Совместно с Л. В. Аникиевой, В. С. Аникановой.)

Мутантные норки как модель в биомедицинских исследованиях // Труды Карельского научного центра РАН. № 3. С. 52–61. (Совместно с Л. Б. Узенбаевой, А. Г. Голубевой, В. А. Илюхой.)

2010. Дефект лейкоцитов у разводимых в неволе пушных зверей // Кролиководство и звероводство. № 4. С. 25–27. (Совместно с А. Г. Голубевой, Л. Б. Узенбаевой, В. А. Илюхой.)

Влияние витамина С на морфофункциональные и цитоэнзиматические показатели крови у норок с функциональным дефектом // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. № 4. С. 216–219. (Совместно с. А. Г. Кижиной, Л. Б. Узенбаевой, Е. Э. Антюковой, В. В. Илюхой.)

Труды Карельского научного центра РАН
№ 3. 2011. С. 153–155.

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

Лысенко Л. А., Немова Н. Н., Канцерова Н. П. Протеолитическая регуляция биологических процессов / Отв. ред. Н. Н. Немова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 312 с. Ил. 41. Библиогр. 653 назв.

Монография представляет собой обобщающее издание, основанное на анализе современной зарубежной, отечественной научной литературы и собственных данных авторов по вопросам структурно-функциональной организации, регуляции и биологической роли индивидуальных протеаз, протеолитических путей и каскадов. Рассмотрена роль указанных белков на различных уровнях функционирования живого – от молекулярных процессов до взаимодействия организма и среды обитания. Уделено внимание механизму протеолитической регуляции не только в норме, но и при развитии заболеваний, ассоциированных с наследственными или регуляторными дефектами протеаз.

Для исследователей в области биохимии, молекулярной и клеточной биологии, преподавателей высшей школы, а также может быть рекомендована в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов биологических специальностей.

Lysenko L. A., Nemova N. N., Kantserova N. P. Proteolytic regulation of biological processes / Editor-in-Charge N. Nemova. Petrozavodsk: Karelian Research Centre RAS, 2010. 312 p.

The monograph represents a review based on the analysis of data from recent foreign and Russian scientific literature and the authors' own research concerning the structural and functional organization, regulation and the biological role of individual proteases, proteolytic pathways and cascades. The role of those proteins in a variety of processes in living organisms – from the molecular level to organism/environment interaction – is considered. We dwell upon the mechanism of proteolytic regulation both in the norm and in the case of diseases associated with hereditary or regulatory defects in proteases.



The book would be of interest to researchers working in biochemistry, molecular and cellular biology, university professors, and can also be recommended as a manual for graduate and postgraduate students of biological disciplines.

Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Немова Н. Н. Липидный состав мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания / Отв. ред. Н. Н. Немова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 243 с. Ил. 49. Библиогр. 390 назв.

Монография представляет собой обзор собственных экспериментальных исследований и

имеющихся в мировой и отечественной литературе данных о биохимических механизмах адаптаций морских моллюсков, в особенности на уровне липидного состава, к основным факторам окружающей среды. Липиды благодаря большому спектру функций, выполняемых в организме, играют важную роль в процессах адаптации животных к различным воздействиям среды обитания. Наиболее подробно изучено влияние температуры на биохимические и физиологические процессы, происходящие в организме у водных животных. Наряду с температурным влиянием колебания солености морской воды, приливно-отливные циклы и антропогенное воздействие являются основными факторами среды обитания морских животных. Многочисленные исследования зарубежных и российских авторов, представленные в монографии, показали, что двустворчатые моллюски выработали набор адаптаций на различных уровнях организации к указанным факторам окружающей среды, при этом модификации липидного состава описаны в меньшей степени. Так, практически не изучены изменения на уровне запасных липидов у двустворчатых моллюсков в ответ на действие низких концентраций кислорода в морской воде, возникающих в прибрежной зоне моря во время отлива. Биохимические адаптации в ответ на действие различной солености морской воды, в том числе на уровне липидного метаболизма, описаны главным образом для осморегулирующих организмов, тогда как изучению компенсаторных изменений в составе липидов у осмоконформеров, к которым относятся двустворчатые моллюски *Mytilus edulis* L., посвящено сравнительно мало работ. При изучении влияния одного из основных загрязняющих факторов морской среды обитания – нефтепродуктов – основное внимание уделялось описанию роли запасных липидных компонентов, хотя известно, что не менее важное значение в процессах адаптации имеют структурные и физиологически активные липидные компоненты. Представленные в монографии собственные экспериментальные данные существенно дополняют общие представления о биохимических механизмах адаптаций на уровне липидного состава у двустворчатых моллюсков к действию различной солености морской воды, низких концентраций кислорода и загрязнению окружающей среды нефтепродуктами. Кроме того, монография включает подробное описание биологии мидии обыкновенной *Mytilus edulis* L. (1758), а также детальное рассмотрение липидного состава беломорских мидий из естественной среды обитания (в том числе описаны возрастные и экологические особенности состава липидов), что позволяет всестороннее оценить модификации состава липидов *Mytilus edulis* в ответ на действие некоторых факторов окружающей среды.

Fokina N. N., Nefedova Z. A., Nemova N. N. Lipid composition of mussels *Mytilus edulis* L. from the White Sea. Effect of some environmental factors / Editor-in-Charge N. Nemova. Petrozavodsk: Karelian Research Centre RAS, 2010. 243 p.

The book is a review of own experimental studies and data published globally and in Russia on the biochemical mechanisms of adaptation to major environmental factors in marine mollusks, particularly at the lipid composition level. Owing to a wide range of functions they perform in the organism lipids play an essential part in the adaptation of animals to various environmental impacts. A most thoroughly investigated aspect is the effect of temperature on biochemical and physiological processes in aquatic organisms. Other important environmental factors influencing marine organisms, alongside with temperature, are fluctuations in seawater salinity, tidal cycles, and human impact. Numerous studies by Russian and foreign authors mentioned in the book demonstrate that bivalves have developed a number of adaptations to the stated environmental factors at various organizational levels, but modifications in the lipid composition are least covered. E.g., changes in storage lipids in bivalves exposed to low oxygen concentrations in seawater in the littoral



zone during ebbing tide have hardly been studied at all. Biochemical adaptations in response to variations in seawater salinity, including modifications in the lipid metabolism, have been described mainly for osmoregulating organisms, and only relatively few papers dwell upon compensatory changes in the lipid composition in osmoconformers, such as *Mytilus edulis* L. The focus in studies of a major contaminating factor in the marine environment – oil products – has been on description of the role of storage lipid components, whereas we know that structural and physiologically active lipid components are equally important for adaptation. The authors' own experimental data presented in the monograph much expand the general understanding of the biochemical mechanisms of adaptation at the lipid composition level in bivalves in response to the action of different seawater salinities, low oxygen concentrations, and oil pollution. In addition, the monograph comprises a detailed description of the biology of the blue mussel *Mytilus edulis* L. (1758), as well as thoroughly considers the lipid composition of White Sea mussels from their natural environment (including an account of the age-related and ecological characteristics of the lipid composition), so that modifications in the lipid composition in *Mytilus edulis* in response to some environmental impacts can be comprehensively assessed.

ПРИЛОЖЕНИЕ
http://transactions.krc.karelia.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук»)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершенных оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегии серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляют за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил ее оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы «Анкеты» и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия «Анкеты» и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее чем через месяц после получения рецензии. Перед сдачей в печать авторам высылается распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Почтовый адрес редакции: 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон (8142) 780109.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН и другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступна на сайте http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Статьи должны быть подписаны всеми авторами.

Объем рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) для серии «Экспериментальная биология» не должен превышать: для обзорных статей – 25 страниц, для оригинальных – 15, для сообщений – 8, для хроники и рецензий – 5–6. Объем рисунков не должен превышать 1/4 объема статьи. Рукописи большего объема (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

Рукописи присылаются в электронном виде, а также в двух экземплярах, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку через 1,5 интервала (12 пунктов шрифта типа Times New Roman). Размер полей: сверху, снизу – 2,5 см, справа, слева – 2,5 см. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: *УДК* курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статьи экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. ВЫВОДЫ. ЛИТЕРАТУРА); благодарности; литература (с новой страницы); таблицы (на отдельном листе); рисунки (на отдельном листе); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью на русском и английском языках; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языках; должности авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи[*1] и содержать не более 8–10 значащих слов.

АННОТАЦИЯ должна быть лишена вводных фраз, содержать только главную информацию статьи, не превышать объем – 15 строк.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой, в конце фразы ставится точка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ должны содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Для фаунистических и флористических работ следует указывать место хранения коллекционных образцов. Если в статье приводятся сведения о новых для исследованной территории таксонах, то желательно и процитировать этикетку. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во Введении. Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более), и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Рыбаков, 1994; Longman, 2001].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, должны быть пояснены в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIFF (*.TIF) или JPG (не встраивать в Word). Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указанием желательного размера рисунка в книге, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физикогеографических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и, желательно, с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicus* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis.*

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения — названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

---

[*] **Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ**, в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

ЛИТЕРАТУРА. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.52008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5.2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32 : 635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило[1], М. И. Сысоева[1], Е. Ф. Марковская[2]

[1] *Институт биологии Карельского научного центра РАН*
[2] *Петрозаводский государственный университет*

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: *Cucumis sativus* L., кратковременное снижение температуры, устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus* L., temperature drop, resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / Ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / Пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 с.

Несис К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М.: Наука, 1985. 285 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds. P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri* // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, N 4. P. 507–516.

Ссылки на материалы конференций

Марьинских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

Ссылки на авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. …канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Ссылки на диссертации

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. …канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии : материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

Ссылки на интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайновых сервисов // Электрон. биб-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL: http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/ (дата обращения: 25.11.2006).

Ссылки на электронные ресурсы на CDROM

Государственная Дума, 19992003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия/Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CDROM.

CONTENTS

I. V. Baishnikova, S. N. Sergina, T. N. Ilyina, N. N. Tyutyunnik, V. A. Ilyukha. EFFECT OF VITAMIN E ON THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN BLUE AND SILVER FOXES 3

V. K. Bolondinskii, L. M. Vilikainen. INVESTIGATION OF CO_2 EXCHANGE IN LEAVES OF SILVER BIRCH AND KARELIAN BIRCH DURING DROUGHT IN 2010 12

E. V. Borvinskaya, L. P. Smirnov, I. V. Sukhovskaya, N. N. Nemova. GLUTATHIONE S-TRANSFERASE IN SOME NORTHERN FRESHWATER FISHES: THE EFFECT OF WATER MINERALIZATION 16

A. E. Veselov, D. S. Pavlov, M. A. Skorobogatov, D. A. Efremov, K. Yu. Potapov. RHEOTACTIC RESPONSES AND PHENOTYPIC AGGREGATION OF JUVENILE ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* ... 21

A. E. Veselov, D. S. Pavlov, M. A. Skorobogatov, D. A. Efremov, E. N. Belyakova, K. Yu. Potapov. AN EXPERIENCE OF ARTIFICIALLY INCUBATING ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR* L.) EGGS IN THE SUNA RIVER (LAKE ONEGA BASIN) 28

L. I. Gruzdeva, E. M. Matveeva, A. A. Suschuk. EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECTS OF CADMIUM IONS ON THE HATCHING PROCESS OF POTATO CYST NEMATODE LARVAE 39

S. N. Drozdov, E. S. Kholoptseva, E. G. Popov. EFFECTS OF SOIL TEMPERATURE ON NET PHOTOSYNTHESIS IN PLANTS 45

T. N. Ilyina, T. R. Ruokolaynen, V. V. Belkin, I. V. Baishnikova. TOCOPHEROL IN PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF MAMMALS WITH DIFFERENT ECOGENESIS 49

N. M. Kaznina, A. F. Titov, G. F. Laidinen, Yu. V. Batova. EFFECT OF CADMIUM ON WATER RELATIONS IN BARLEY PLANTS 57

A. G. Kizhina, L. B. Uzenbaeva, V. A. Ilyukha, N. N. Tyutyunnik, O. V. Trapezov, N. N. Shumilina, E. E. Larina. MORPHOLOGICAL AND CYTOCHEMICAL ASPECTS OF LEUKOCYTE DEFECT IN DOMESTICATED POPULATIONS OF FUR ANIMALS 62

M. Yu. Krupnova, N. V. Ilmast, N. N. Nemova. ACTIVITY OF LYSOSOMAL PROTEINASES IN ORGANS OF PIKE (*ESOX LUCIUS* L.) FROM LAKES WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC PRESSURE 69

V. V. Lavrova, M. I. Sysoeva, E. G. Sherudilo, L. V. Topchieva, E. M. Matveeva. EXPRESSION OF *ci7* GENE IN POTATO LEAVES UNDER SHORT-TERM TEMPERATURE DROP 73

O. N. Lebedeva, A. F. Titov, T. S. Nikolaevskaya, E. B. Stafeeva. PHYSIOLOGICAL FEATURES OF *FESTUCA PRATENSIS* HUDS. PLANTS WITH SUPRESSED OF CHLOROPHYLL DEFICIENCY 78

I. V. Makeeva, S. N. Kolomeichuk, L. V. Topchieva, V. A. Korneva, N. N. Nemova. ASSOCIATION OF 3111T/C AND 843T/C POLYMORPHISMS OF THE *CLOCK* GENE WITH THE RISK OF ESSENTIAL HYPERTENSION AND CORONARY ARTERY DISEASE DEVELOPMENT IN A SAMPLE OF THE RUSSIAN POPULATION (REPUBLIC OF KARELIA) 88

O. A. Rozentsvet, E. S. Bogdanova, S. V. Murzaeva. COMPOSITION OF LIPIDS AND FATTY ACIDS IN THE FORMING LEAVES OF THE FERN *MATTEUCCIA STHRUTHIOPTERIS* IN THE PRESENCE OF CADMIUM 97

G. N. Smolikova. LOSS OF TOLERANCE TO DESICCATION DURING GERMINATION OF *BRASICCA OLERACEAE* L. SEEDS WITH DIFFERENT CONTENT OF RESIDUAL CHLOROPHYLLS 105

V. V. Talanova, A. F. Titov, L. V. Topchieva, N. S. Repkina. EFFECT OF CADMIUM ON GENE EXPRESSION OF PROTEOLYTIC ENZYMES AND THEIR INHIBITORS IN WHEAT SPR8OUTS 112

A. F. Titov, S. A. Frolova, V. V. Talanova, Yu. V. Venzhik. EFFECT OF PLANT HORMONES ON THE ACTIVITY OF PROTEOLYTIC ENZYMES AND TRYPSIN INHIBITORS DURING COLD ADAPTATION OF WHEAT 117

N. N. Fokina, Z. A. Nefedova, N. N. Nemova. BIOCHEMICAL ADAPTATIONS OF MARINE BIVALVES TO ANOXIC CONDITIONS (REVIEW) 121

K. A. Khmara. DYNAMICS OF PHYTOHORMONES IN CALLUS TISSUE DURING THE INDUCTION OF ORGANOGENESIS IN EMBRYOS OF *PICEA ABIES* KARST. *in vitro* 131

M. V. Churova, O. V. Mesheryakova, N. V. Ilmast, N. N. Nemova. HEALTH ASSESSMENT OF WHITEFISH *COREGONUS LAVARETUS* L. FROM THE TAILING DUMP OF THE KOSTOMUKSHA IRON MINING AND ORE DRESSING MILL BY SEVERAL BIOCHEMICAL MARKERS AND LEVEL OF ENZYME GENE EXPRESSION 137

CHRONICLE

E. M. Matveeva. IX International symposium «Nematodes of natural and transformed ecosystems» (Petrozavodsk, June 27 – July 1, 2011) 146

N. N. Nemova. V symposium «Proteins and peptides» (Petrozavodsk, August 8–12, 2011) 148

DATES AND ANNIVERSARIES

V. A. Ilyukha. Nikolay Tyutyunnik (on the 70th anniversary) 149

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

Lysenko L. A., Nemova N. N., Kantserova N. P. Proteolytic regulation of biological processes 153

Fokina N. N., Nefedova Z. A., Nemova N. N. Lipid composition of mussels *Mytilus edulis* L. from the White Sea 154

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS 156

Научное издание

Труды Карельского научного центра Российской академии наук

№ 3, 2011

Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН

Редактор Л. С. Баранцева
Оригинал-макет Г. А. Тимонен

Подписано в печать 04.08.2011. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.изд. л. 16,5. Усл. печ. л. 18,8.
Тираж 500 экз. Изд. № 203. Заказ 975.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

Научное издание

Труды Карельского научного центра Российской академии наук

№ 3, 2011

Серия ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН

Редактор Л. С. Баранцева
Оригинал-макет Г. А. Тимонен

Подписано в печать 04.08.2011. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.изд. л. 16,5. Усл. печ. л. 18,8.
Тираж 500 экз. Изд. № 203. Заказ 975.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

Е. В. Теканова, П. А. Лозовик, Н. М. Калинкина, Т. П. Куликова, Т. Н. Полякова, А. В. Рябинкин, Ю. Л. Сластина, Т. М. Тимакова, Т. А. Чекрыжева. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА **50**

Р. Э. Здоровеннов, Г. Э. Здоровеннова, Н. И. Пальшин, А. Ю. Тержевик. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОГО И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМОВ МЕЛКОВОДНОГО ОЗЕРА ЗИМОЙ **57**

З. С. Кауфман. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ОНЕЖСКОГО И ЛАДОЖСКОГО ОЗЕР (краткий обзор) **64**

Л. А. Руховец, Н. Н. Филатов. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА **77**

В. В. Меншуткин. ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ И ОЗЕРНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ **88**

Н. Е. Кулакова, П. А. Лозовик. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ РУДЫ КОСТОМУКШСКОГО И КОРПАНГСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ **98**

И. М. Нестеренко, С. Л. Матвеев. ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГОЗАПАСОВ В ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПОЧВОГРУНТАХ КАРЕЛИИ: ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ **103**

Г. С. Бородулина. РОЛЬ ПОДЗЕМНОГО СТОКА В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ОЗЕР БАССЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА **108**

О. Я. Глибко, А. А. Лукин, Б. Ф. Прищепа. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА **116**

А. В. Литвиненко, М. С. Богданова. РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ВОДОПОТРЕБИТЕЛИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ» **124**

Л. Е. Назарова. ОБ ОЦЕНКЕ КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА КАРЕЛИИ **129**

Краткие сообщения

И. Ю. Потапова. РОЛЬ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КАРЕЛИИ **134**

Ю. Л. Сластина, С. Ф. Комулайнен, М. С. Потахин, М. А. Клочкова. СТРУКТУРА КРИОФИТОНА В ОЗЕРАХ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА **138**

Экспедиции

А. В. Толстиков, А. Н. Шаров. Исследование озер Восточной Антарктиды **142**

М. С. Богданова, И. Ю. Георгиевский, С. П. Гриппа, В. Л. Дмитриев, Н. В. Лобанова, П. В. Медведев, М. С. Потахин, С. Б. Потахин, А. В. Толстиков, Н. Н. Филатов. Экспедиция «Историко-географические памятники Европейского Севера России» **143**

Юбилеи и даты

Н. Н. Филатов, М. Т. Сярки. Залман Самуилович Кауфман (к 90-летию со дня рождения) **144**

Рецензии и библиография **147**

Правила для авторов **152**

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» **57397**

ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 4, 2011

ISSN 1997-3217

Труды
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 4, 2011

transactions.krc.karelia.ru

ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора **3**

Н. Н. Филатов. АКТУАЛЬНЫЕ ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ **4**

А. В. Литвиненко, М. С. Богданова, В. А. Карпечко, И. А. Литвинова, Н. Н. Филатов. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАРЕЛИИ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ **12**

П. А. Лозовик, А. В. Рыжаков, А. В. Сабылина. ПРОЦЕССЫ ТРАНСФОРМАЦИИ, КРУГОВОРОТА И ОБРАЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ **21**

Н. М. Калинкина, Т. А. Чекрыжева, Т. П. Куликова, А. В. Рябинкин. ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ БИОТЫ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИОННОГО СОСТАВА ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА **29**

Н. А. Белкина. РОЛЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ **35**

Т. М. Тимакова, А. В. Сабылина, Т. Н. Полякова, М. Т. Сярки, Е. В. Теканова, Т. А. Чекрыжева. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ **42**

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ

КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Петрозаводск
2011

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 4. 2011. ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Главный редактор журнала
А. Ф. Титов

Редакционный совет

А. М. Асхабов, В. Т. Вдовицын, Т. Вихавайнен, А. В. Воронин, С. П. Гриппа, Э. В. Ивантер, А. С. Исаев, В. Т. Калинников, В. И. Крутов, А. М. Крышень (зам. главного редактора), Е. В. Кудряшова, В. В. Мазалов, Ф. П. Митрофанов, И. И. Муллонен, Н. Н. Немова, В. В. Окрепилов, О. Н. Пугачев, Ю. В. Савельев, Н. Н. Филатов, А. И. Шишкин, В. В. Щипцов, Ф. Н. Юдахин

Editor-in-Chief
A. F. Titov

Editorial Council

A. M. Askhabov, V. T. Vdovitsyn, T. Vihavainen, A. V. Voronin, S. P. Grippa, E. V. Ivanter, A. S. Isaev, V. T. Kalinnikov, V. I. Krutov, A. M. Kryshen' (associate editor), E. V. Kudryashova, V. V. Mazalov, F. P. Mitrofanov, I. I. Mullonen, N. N. Nemova, V. V. Okrepilov, O. N. Pugachyov, Yu. V. Saveliev, N. N. Filatov, A. I. Shishkin, V. V. Schiptsov, F. N. Yudakhin

Редакционная коллегия выпуска
Н. Н. Филатов (отв. ред.), В. И. Кухарев, Т. И. Регеранд

Editorial board of the volume
N. N. Filatov (Editor-in-Charge), V. I. Kukharev, T. I. Regerand

ISSN 1997-3217

Зав. редакцией Н. В. Михайлова
Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
тел. (8-8142)780109; (8-8142)769600
E-mail: trudy@krc.karelia.ru
Электронная полнотекстовая версия: transactions.krc.karelia.ru

© Карельский научный центр РАН, 2011

Выпуск посвящен 20-летию создания Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

ОТ РЕДАКТОРА

Представляем Вашему вниманию тематический выпуск «Водные проблемы Севера и пути их решения», приуроченный к 20-летию создания Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН. В нем рассмотрены такие актуальные и перспективные проблемы, как разработка методов определения критических антропогенных нагрузок на пресноводную гидросферу; критериев и технологий оценки геоэкологического состояния водоемов (Ладожское и Онежское озера, Сямозеро, Водлозеро и др.). Представлены исследования процессов антропогенного эвтрофирования, закисления поверхностных и подземных вод. Показаны проблемы влияния промышленности (горнодобывающей, ЦБП и др.) на водные системы и подходы по совершенствованию методов оценки качества вод, обоснования использования поверхностных и подземных вод для питьевого, рекреационного и рыбохозяйственного использования. Рассматриваются вопросы разработки новых методов управления водными ресурсами, оценки ассимиляционного потенциала и устойчивости водных систем к внешним воздействиям. Даны результаты исследования перераспределения влагозапасов в промерзающих почвогрунтах Карелии и пути решения инженерных и экологических задач. Представлены разработки по совершенствованию нормативной базы, законодательства для рационального использования и охраны ресурсов водоемов. Показаны особенности климата региона и оценивается его комфортность для проживания населения. Приводится информация о некоторых наиболее значимых экспедициях и публикациях ИВПС КарНЦ РАН.

Ответственный редактор
чл.-корр. РАН, д. г. н. Н. Н.Филатов

Ознакомиться с требованиями к оформлению материалов можно на сайте журнала
transactions.krc.karelia.ru

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 4–11

УДК 556 (470.2)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Н. Н. Филатов

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Рассмотрены актуальные водные проблемы Европейского Севера России, в решении которых участвовал ИВПС КарНЦ РАН в последние 5 лет. Показаны перспективы дальнейшего решения фундаментальных и практических вопросов водохозяйственного комплекса региона.

Ключевые слова: водные ресурсы, модели, методы наблюдения, экспертные системы, совершенствование методов изучения, управления ресурсами.

N. N. Filatov. MODERN WATER PROBLEMS OF THE NORTH OF EUROPEAN RUSSIA

Current water problems of the North of European Russia were under consideration. The methods to deal with them are indicated. The most important tasks, methods developed by the Northern Water Problems Institute over the past 5 years are reported. Potential ways for further development of the basic and applied issues of the water sector in the region are presented.

Key words: water resources, models, observation techniques, expert systems, improvement of water management systems.

К вопросу о приоритетных направлениях развития наук о воде

Развитие наук о воде, включающих широкий спектр фундаментальных и прикладных вопросов, сталкивается с выбором так называемых приоритетных научных направлений, которые будут поддерживаться государством в будущем. Указанная проблема выбора приоритетов не имеет простого решения. Важно понять, какие из направлений (помимо информационных, инновационных, нанотехнологических и др.) будут относиться к числу «прорывных», насколько фундаментальные и прикладные исследования функционирования, рационального использования, охраны озерных и морских систем, проводимые сегодня организациями Академии наук, будут востребованы в будущем.

Важность и перспективность изучения водных систем, в том числе и с практической точки зрения, может быть показана на примере исследований, проводимых Институтом водных проблем Севера Карельского научного центра РАН совместно со специалистами других институтов страны. Ряд направлений представлен в данном выпуске трудов КарНЦ РАН, другие, в том числе и перспективные, опубликованы в статьях и монографиях сотрудников и упомянуты также в настоящей статье.

Основные направления деятельности ИВПС КарНЦ РАН, утвержденные Президиумом РАН, включают выявление фундаментальных закономерностей функционирования озерно-речных и морских систем, прогнозирование их изменчивости под влиянием природных и антропогенных факторов, развитие научных основ управления водными ресурсами; оценку состояния водных ресурсов и водно-экологического потенциала территории, устойчивости водных объектов к антропогенным воздействи-

ям (целлюлозно-бумажной, металлургической и горнодобывающей промышленности, лесных вырубок, сельскохозяйственной и лесной мелиорации, объектов нефтяной и газовой промышленности) в условиях Европейского Севера России.

Состояние водных ресурсов как важный фактор социально-экономического развития Европейского Севера России

Как показывают исследования ИВПС КарНЦ РАН, водные ресурсы не лимитируют развития экономики региона [Водные ресурсы..., 2006], однако имеется целый ряд нерешенных проблем, связанных с необходимостью выявления фундаментальных закономерностей функционирования озерно-речных и морских систем, прогнозирования их изменчивости и совершенствования системы управления водными ресурсами, включая экономические механизмы водопользования и его безопасность, научного обоснования повышения надежности водообеспечения. Эти проблемы были отмечены как наиболее важные для совершенствования водохозяйственного комплекса России на всероссийской конференции «Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России», которая состоялась в 2010 г. в Краснодаре [Данилов-Данильян, 2010], а также в документе Правительства РФ [Водная стратегия Российской Федерации, 2009].

В последние годы дискутируется вопрос дальнейшего использования богатых водных ресурсов РФ. Рассматриваются возможности продажи вод в другие страны [Румянцев, 2009]. Обоснование неэффективности как продажи воды, так и перераспределения стока рек показано в работе [Данилов-Данильян, 2010], в которой доказывается, что экономически выгодным является не продажа водных ресурсов, а создание и реализация водоемкой продукции. Очевидно, что для каждого региона России водные проблемы должны решаться дифференцированно. В частности, Республика Карелия – один из самых обеспеченных водными ресурсами регионов – уже сейчас испытывает большую нагрузку на водные объекты от воздействия предприятий, выпускающих водоемкую продукцию (целлюлозно-бумажная промышленность, производство алюминия и железорудных окатышей, энергетика) [Состояние водных объектов..., 2007]. Выход из сложного положения с рациональным использованием и охраной водных ресурсов, обеспечением населения отдельных регионов и в целом РФ качественной питьевой водой возможен при реализации конкретных взаимосвязанных мероприятий в рамках общенациональной программы действий, рассчитанной на достаточно долгий период, с участием государственных органов власти, местного самоуправления, водопользователей, науки, общественности, всех заинтересованных сторон. В 2009 г. в Республике Карелия при участии ИВПС КарНЦ РАН было подготовлено научное обоснование новой Концепции программы обеспечения населения РК чистой водой. При разработке концепции учитывались положения руководящего документа «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.» [2009]. Выполненные ИВПС КарНЦ РАН работы позволили не только обеспечить ряд населенных пунктов Карелии чистой питьевой водой, но и создали информационную базу для комплексного решения проблемы обеспечения населения РК чистой водой. Накопленный опыт может быть полезен и для других регионов России [Водные ресурсы..., 2006].

Совершенствование водохозяйственного комплекса, картирование, инвентаризация, оценка состояния водных объектов ЕТР

В ИВПС КарНЦ РАН развиваются подходы по совершенствованию водохозяйственного комплекса, картированию, инвентаризации, оценке состояния водных объектов ЕТР, реализован ряд практических проектов по обеспечению населения питьевой водой высокого качества. В институте создана и внедрена в органы управления Республики Карелия специализированная геоинформационная система «Водные объекты на территории РК» как подсистема единой ГИС Республики Карелия, обеспечивающая формирование, ведение и представление тематической информации по водному фонду региона [см. ст. А. В. Литвиненко, М. С. Богдановой в наст. номере]. В ИВПС выполнены обобщения по разработке каталога озер и рек, атласа «Онежское озеро» [2010] и справочника «Озера Карелии» [2011], разработке современных баз и банков данных с их государственной регистрацией. Указанные разработки могут служить прототипом для создания подобных продуктов для организаций, принимающих решения в сфере водных отношений других регионов РФ. В ИВПС КарНЦ РАН выполнены разработки методов расчета изменений элементов водного баланса при мелиорации [см. ст. И. М. Нестеренко в наст. номере], лесохозяйственных и лесопромышленных работах [Карпечко, Бондарик, 2010].

Совершенствование методов оценки состояния и разработки систем поддержки принятия решений в сфере управления ресурсами водоемов

Практика ставит перед комплексом наук о воде (лимнологией, гидрологией, гидрогеологией, океанологией) задачу оптимального управления ресурсами, экологическими системами, для решения которой традиционные методы, которые использовались в XX в., сейчас оказываются недостаточными. Возрастает роль математического моделирования, без которого немыслимо обоснование и решение практических задач сохранения, использования и управления ресурсами. При этом о состоянии управляемой экосистемы можно судить только по данным наблюдений, которые никогда не бывают полными и исчерпывающими, а отдельные величины вообще не поддаются непосредственному измерению [Филатов, Меншуткин, 2008]. Многие важные для понимания функционирования озерной экосистемы и прогнозирования ее поведения сведения обычно определяют на основе фундаментальных исследований, и в первую очередь с использованием моделей [Руховец и др., 2006; Меншуткин, 2010] и целенаправленных экспериментов [Лозовик, 2006; Состояние водных объектов..., 2007; Калинкина, Куликова, 2009].

В СПб ЭМИ РАН продолжаются разработки логико-лингвистических моделей [см. ст. В. В. Меншуткина в наст. номере], а также «обобщающей модели озерной системы» с помощью когнитивных подходов. Смысл когнитивного подхода состоит в том, что моделируется не сам изучаемый объект, а то, как этот объект отображается в сознании людей, хорошо знающих и имеющих опыт в изучении данного объекта [Баксанский и др., 2010]. Озера Карелии представляются удобным объектом для опробования нового для лимнологии подхода – когнитивного моделирования – благодаря разнообразию их характеристик и хорошей изученности, наличию компьютерной базы данных и разработанной экспертной системы.

Цикл работ ИВПС КарНЦ РАН посвящен созданию экспертных систем (ЭС) с использованием теории искусственного интеллекта. В ряде статей [Филатов, Меншуткин, 2008; Меншуткин и др., 2009] представлены разработки ЭС для классификации малоизученных или неизученных озер, оценки их трофии. Создан блок экспертной системы для оценки ихтиоценозов. Для этого используются базы данных и базы знаний о наиболее распространенных рыбах Карелии и предлагается модель сообщества рыб, основанная на принципе трофической сети. Система позволяет не только оценить ихтиомассы и возрастную структуру популяций, но и определить рациональные пути промыслового использования сообщества для получения максимального вылова и сохранения биологического разнообразия. Основной результат работы заключается в том, что продемонстрирована важность экосистемного подхода к определению оптимальных режимов промысла. Объектом эксплуатации должна быть не отдельная популяция промысловой рыбы, а все сообщество рыб данного водоема.

Модели, упомянутые выше, являются фрагментами экспертной системы по определению свойств и оптимизации использования природных ресурсов озер Карелии. При соединении с банком данных, созданным в ИВПС КарНЦ РАН [Озера Карелии, 2011], модели сообществ рыб, населяющих эти озера, представляют собой аппарат не только для уточнения, например, рыбной продуктивности данных водоемов, но и для построения планов их рационального хозяйственного использования.

Практика XXI в. спрашивает у специалистов-водников не как оценить, измерить биоразнообразие природных сообществ, а как его сохранить или изменить видовой состав в желаемом направлении; не как измерить продукцию популяций зоопланктона или промысловых рыб (что, конечно, само по себе очень интересно), а сколько и как следует ловить рыбу, чтобы при получении максимальных выловов не только не подорвать промысловые запасы, но и не нарушить всю экологическую систему водоема.

Совершенствование моделей экосистем возможно несколькими путями. При создании моделей водных объектов самым важным «...является разработанность концепции и доброкачественность исходных данных. Никакие самые совершенные вычислительные машины и методы прикладной математики не спасут положения, если наблюдения на водоеме велись бессистемно» [Меншуткин, 2010]. Таким образом, для изучения озерных систем сохраняет свою актуальность постановка направленных экспериментов на водоемах с использованием традиционных, классических подходов, а также с применением дистанционных методов, моделирования, современных разработок в области искусственного интеллекта, экспертных систем.

Оценка современного состояния и изменений экосистем разнообразных озер Севера и специализированные натурные эксперименты

Изучению современного состояния и изменений экосистем разнообразных озер Севера

были посвящены специализированные натурные эксперименты, выполненные за последние пять лет на Онежском озере, Выгозерском водохранилище и других озерах Севера. Ряд работ по этому направлению исследований ИВПС КарНЦ РАН представлены в настоящем издании. Выполняется большой цикл работ по изучению процессов трансформации, круговорота и образования веществ в природных водах [см. ст. П. А. Лозовика и др. в наст. номере], особенностей реакции биоты на антропогенные воздействия [см. ст. Н. М. Калинкиной и др. в наст. номере], по оценке донных отложений [Белкина и др., 2008; см. ст. Н. А. Белкиной в наст. номере]. Актуальными являются вопросы оценки современного состояния, прогноза изменений водных систем (озер, озерно-речных систем, подземных вод, Белого моря) при климатических и антропогенных воздействиях. Важными остаются вопросы изменения водных систем при закислении, эвтрофировании и загрязнении токсическими веществами [см., например, Лозовик и др., 2007; Теканова, Тимакова, 2007]. С использованием методов лабораторного моделирования и анализа натурных данных впервые определены кинетические характеристики круговорота соединений азота в природных водах, позволяющие количественно оценить интенсивность их трансформации в объектах гидросферы [Лозовик, 2006; см. ст. П. А. Лозовика и др. в наст. номере].

Оценка биоразнообразия, последствий биологических инвазий и биоресурсов водных экосистем Севера

Этим вопросам в ИВПС уделяется серьезное внимание [Биоресурсы..., 2008; Кухарев и др., 2008]. Совместно с ИБ КарНЦ РАН разработана и опубликована обобщающая сводка по альгофлоре водных экосистем Карелии, включающая систематический каталог (1092 таксона) и эколого-географические характеристики современных представителей водорослей 190 озер и 83 рек, как чистых, не затронутых хозяйственной деятельностью, так и подверженных основным для региона типам антропогенного воздействия. Актуальность данной сводки определяется необходимостью решения проблемы сохранения биоразнообразия альгофлоры северо-западного региона России [Комулайнен и др., 2006]. Важным является создание системы оценки и рационального использования биоресурсного потенциала водных объектов северо-запада России на основе изучения региональной специфики их структуры и функционирования [Биоресурсоы..., 2008]. Большое внимание уделяется исследованию водосборов Белого и Балтийского морей и влиянию хозяйственной деятельности на водные объекты.

Состояние и прогноз изменений экосистем крупнейших озер Европы

В ИВПС КарНЦ РАН уделяется большое внимание оценке состояния и прогнозу изменений экосистем крупнейших озер Европы – безальтернативных источников питьевого водоснабжения Санкт-Петербурга, многих городов и населенных пунктов Республики Карелия, Ленинградской области, важных источников биологических ресурсов, рекреации, водного транспорта, энергетики. По данным многолетних наблюдений и математического моделирования (совместно с сотрудниками СПб ЭМИ РАН и ИНОЗ РАН) выполнен анализ состояния и возможных изменений экосистем Ладожского и Онежского озер под влиянием изменений климата и антропогенной деятельности [Rukhovets, Filatov, 2010]. Обобщение результатов исследований формирования фауны Онежского и Ладожского озер представлено в работах З. С. Кауфмана [см. его ст. в наст. номере].

Вопросы правовых и экономических методов регулирования, сохранения, использования водных и биологических ресурсов водоемов

В последние десятилетия интерес к проблеме управления экологическими системами значительно возрос: от теоретических соображений исследователи начали переходить к вопросам оптимального управления конкретными природными водными объектами [Данилов-Данильян и др., 2010]. Для обоснования сохранения, управления водными и биологическими ресурсами необходимо вместе с правовыми и административными подходами использовать экономические методы регулирования. Правовым вопросам использования водных и биологических ресурсов водоемов Севера посвящены работы А. А. Лукина с коллегами [Лукин, Глибко, 2009; см. ст. О. Я. Глибко в наст. номере]. Для решения проблем регулирования экосистем, внедрения экономических механизмов были разработаны такие определяющие понятия, как экономическая оценка природных ресурсов, экономический ущерб от загрязнения природной среды, ассимиляционный потенциал. Этому вопросу посвящены работы коллективов СПб ЭМИ РАН и ИВПС КарНЦ РАН по

изучению ассимиляционного потенциала Ладожского и Онежского озер [Ruchovets, Filatov, 2010; см. ст. Л. А. Руховца, Н. Н. Филатова в наст. номере].

Учитывая приграничное положение Карелии с Европейским союзом, наличие многочисленных трансграничных водных объектов, важно продолжать развитие методов классификации, регулирования водных объектов с учетом законодательства ЕС и РФ.

Изменения и изменчивость климата в регионе и реакции водных объектов и водосборов на эти изменения

Важный цикл работ проводится институтом по изучению изменений климата в регионе и реакции водных объектов и водосборов на эти изменения [Филатов и др., 2007; Ruchovets, Filatov, 2010]. Рассматриваются вопросы комфортности климата региона для проживания населения [см. ст. Л. Е. Назаровой в наст. номере]. Этот вопрос имеет не просто научный интерес, но и практическое значение, например, для определения обоснованности так называемых «северных» льгот. До сих пор не решенными остаются вопросы влияния климата и качества используемых вод на здоровье населения. Для этого необходима реализация программы специальных научных исследований, проводимых совместно с органами здравоохранения, Росгидромета и других организаций. Эта работа должна завершиться созданием медико-географического атласа и обоснованием рекомендаций для принятия практических мер по улучшению здоровья населения региона.

Исследования и разработки в области гидрофизики и гидродинамики

Немаловажна роль озер и для решения общих проблем современной геофизики. Как известно, крупные озера могут рассматриваться как модель океана, где легче, чем в океане, поставить некоторые эксперименты, например, для калибрации и верификации термогидродинамических моделей, разработки и внедрения новых спутниковых методов, исследования таких важных явлений, как апвеллинги, фронты, когерентные структуры, грибовидные образования, внутренние волны, в том числе и нелинейные, и др. В последние годы ИВПС в рамках международного проекта выполнил исследования нелинейных внутренних волн, результаты которых будут опубликованы в коллективной монографии в издательстве Springer в 2011 г. [Strongly nonlinear internal waves in lakes…]. Отметим участие ИВПС во внедрении моделей оперативного мониторинга для Белого моря, разработанных в ИО РАН [Семенов, Булатов, 2010]. Эта система востребована для решения задач обороны, водного транспорта, гидрометеорологии, оценки распространения и трансформации нефтепродуктов при их разливах, прокладки коммуникаций, обоснования выбора районов для разведения марикультуры и ряда других задач.

Впервые в мировой лимнологической практике на основе многолетних экспериментальных исследований с использованием современного прецизионного оборудования получено количественное описание динамики вертикальной структуры температуры воды и содержания растворенного кислорода, а также потоков тепла из/в донные отложения в годовом цикле для мелководного озера [Terzhevik et al., 2009]. Разработанная одномерная модель динамики температуры воды и условий перемешивания в озерах «FLake» сейчас широко используется ведущими метеоцентрами Европы для улучшения численного прогноза погоды [Mironov et al., 2010].

Стратегические задачи комплекса наук о воде

Стратегическая задача комплекса наук о воде состоит в *создании теории динамики водных систем, способной к практическому прогнозированию не только в обычных, но и в экстремальных ситуациях* [Арктика. Интересы России. 2002; Веселов, Чуприян, 2011]. Сегодня уже мало изучать влияние человека на экосистемы, требуется переход к изучению взаимодействия человека и природы. Это породило необходимость разработки представлений о *социо-эколого-экономических системах.* Указанное направление получило развитие в ИВПС при разработке подходов к изучению Белого моря и его водосбора как социо-эколого-экономической системы как в рамках проектов ФЦП «Мировой океан» [Филатов и др., 2005], так и в рамках проектов ИНКО-Коперникус и ОНЗ РАН [White Sea, 2005; Филатов, Тержевик, 2007]. Белое море – единственное море, полностью находящееся в пределах Российской Федерации, – может быть своеобразным полигоном для отработки решений разнообразных фундаментальных и прикладных проблем, задач обороны, транспорта, энергетики, социально-экономического развития Севера, освоения ресурсов Арктики.

Системные исследования позволили оценить современные социально-экономические и экологические проблемы Беломорья и их дина-

мику при разном комплексе условий. Эта работа – лишь этап дальнейшего развития исследований социо-экономико-экологических систем Беломорья. Предложенная разработка – единственная на сегодняшний день функционирующая система для Беломорья, которая может использоваться в качестве основы для создания комплекса поддержки принятия решений, научного обоснования реализации практических мер по сохранению качества вод моря. Практическая реализация системы поддержки принятия управленческих решений, подобной системе «NEST» для Балтийского моря [Wulff et al., 2007], потребует, по всей видимости, создания новой комплексной ФЦП для Беломорья. Важнейшая задача такой программы – создание комплексного полигона (станции) на Белом море, где можно выполнять полноценные междисциплинарные исследования с привлечением необходимых средств и возможностей заинтересованных организаций, таких как РАН, Росгидромет, Минтранс, МЧС, Минобороны и др. В настоящее время ни одна из существующих на Белом море станций (баз, полигонов) не приспособлена для решения сложных, междисциплинарных проблем. Целевые установки новой федеральной программы должны быть направлены не только на разработку новейших технологий для создания системы поддержки принятия решений при освоении ресурсов Арктики, но и способствовать возрождению такого важного региона Севера России, как Беломорье [Филатов и др., 2011].

Отметим также такое направление работ ИВПС КарНЦ РАН, как участие в оценке возможных проблем для окружающей среды строительства Штокманского магистрального газоконденсатного трубопровода через Кольский полуостров и Карелию.

ИВПС КарНЦ РАН принимает участие в ряде крупных проектов, имеющих практическое и теоретическое значение, в частности, в изучении изменения состояния озер под влиянием климата в Антарктиде; международной экспертизе по изучению влияния городских стоков на прибрежную зону Гавайских островов [Бондур и др., 2007]; оценке влияния горнопромышленных комплексов района г. Костомукши, предприятий ЦБП и других производств на водные экосистемы [см. статьи Н. М. Калинкиной и др.; Н. Е. Кулаковой, П. А. Лозовика в наст. номере].

Достаточно большой интерес к разработкам ИВПС КарНЦ РАН совместно с другими организациями Академии наук подтверждается тем, что результаты исследований опубликованы (одна монография в печати) не только в России, но и в ведущих научных изданиях Мира, в частности в пяти монографиях издательства «Springer-Praxis».

Перспективы решения проблем развития наук о воде

Отмечая определенные достижения в решении актуальных водных проблем Севера, заметим:

– к числу актуальных и перспективных относятся вопросы разработки методов определения критических антропогенных нагрузок на пресноводную гидросферу; критериев и технологий оценки геоэкологического состояния пресноводных и морских водоемов (Ладожское и Онежское озера, Сямозеро, Водлозеро и др., Белое море); выявление конфликтов природопользования для разработки региональных эколого-экономических механизмов управления в условиях Севера; анализ природных и социально-экономических ресурсов развития территориальных комплексов России на примере комплексов Севера ЕТР;

– необходимо усилить исследования по созданию социо-экономико-экологических моделей, которые все более востребованы для принятия управленческих решений;

– важным остается совершенствование методов оценки качества и поиска поверхностных и подземных вод для питьевого, рекреационного и рыбохозяйственного использования водоемов, для обоснования перспективного развития северных территорий РФ, выяснения механизмов эволюции физиологических функций и адаптации организма к изменяющимся условиям среды обитания и экстремальным воздействиям;

– необходимо продолжить совершенствование системы оперативной оценки состояния, мониторинга и экспресс-систем биоиндикации водных объектов с использованием аэрокосмических средств, информационных сетей для подготовки рекомендаций органам власти при принятии оперативных решений, в том числе в кризисных и чрезвычайных ситуациях;

– требуется обоснование перспектив развития марикультуры, морских водорослей и форелевых хозяйств на Белом море; необходима оценка ассимиляционного потенциала экосистем озер Карелии под влиянием многочисленных форелевых хозяйств (в Карелии сейчас выращивается около 80 % товарной форели России);

– несмотря на то что имеются серьезные разработки в области математического моделирования термогидродинамических процессов и явлений экосистем Белого моря, Ладожского и Онежского озер, до сих пор не созданы

модели, доступные для широкого круга пользователей, наподобие, например, Принстонской модели (POM). Имеющиеся в нашем распоряжении модели работают, как правило, «в руках» создателей. Представляется целесообразным объединить усилия ведущих организаций РАН для разработки таких инструментов и их внедрения для пользователей, решения практических задач оценки состояния, рационального использования и охраны водных экосистем;

– необходимо активизировать участие организаций РАН в области совершенствования законодательства для рационального использования и охраны водоемов, требуется не только выполнить научное обоснование, но и обеспечить практическое восстановление озер – проблема, которой в нашей стране не уделялось достаточно внимания;

– весьма актуальным представляется разработка научного обоснования, проектирования и строительства на Белом море и других арктических морях приливных станций, учитывая сложные проблемы энергетики РФ.

Дальнейшее эффективное развитие науки в нашей стране, в том числе и в области наук о воде, возможно только при создании условий для привлечения молодежи в академический сектор науки. В определенной степени этому способствует создание при академических учреждениях научно-образовательных центров. Такой НОЦ «Водные объекты Карелии и методы их исследования», созданный в 2002 г., успешно функционирует [Водная среда..., 2010]. Однако, учитывая комплексный характер необходимых исследований с привлечением специалистов океанологов, гидрологов, гидрогеологов, гидрохимиков, которых готовят только в таких специализированных учебных заведениях, как РГГМУ, а также в Санкт-Петербургском и Московском университетах (перспективы подготовки которых в нашем регионе отсутствуют), можно утверждать, что меры по созданию условий для работы молодых ученых в РАН в настоящее время недостаточны.

Науки о воде являются комплексными, междисциплинарными, и для решения фундаментальных проблем необходимо тесное сотрудничество хорошо подготовленных специалистов, объединенных единой идеей и задачей, пусть даже работающих в разных организациях и разных странах. Такой подход реализуется в настоящее время и остается перспективным для ИВПС КарНЦ РАН.

Автор благодарит В. И. Кухарева и А. Ю. Тержевика за конструктивные предложения, которые позволили улучшить статью.

Литература

Арктика. Интересы России и международные условия их реализации. М.: Наука, 2002. 335 с.

Баксанский О. Е., Гнатик Е. Н., Кучер Е. Н. Естествознание. Современные когнитивные концепции. М., 2010. 224 с.

Белкина Н. А., Рыжаков А. В., Тимакова Т. М. Распределение и трансформация нефтяных углеводородов в донных отложениях Онежского озера // Водные ресурсы. 2008. Т. 35, № 4. С. 472–481.

Биоресурсы Онежского озера / Отв. ред. В. И. Кухарев, А. А. Лукин. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. 272 с.

Бондур В. Г., Филатов Н. Н., Гребенюк Ю. В. и др. Исследования гидрофизических процессов при мониторинге антропогенных воздействий на прибрежные акватории (на примере бухты Мамала, о. Оаху, Гавайи) // Океанология. 2007. Т. 47, № 6. С. 827–846.

Веселов И. А., Чуприян А. П. О мерах МЧС России по обеспечению реализации экономических и инфраструктурных проектов в Арктике и создание системы специализированных аварийно-спасательных центров // Арктика. Экология и экономика. 2011. № 1. С. 48–51.

Водная среда: обучение для устойчивого развития / Ред. кол.: Н. Н. Филатов, Т. И. Регеранд. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 182 с.

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009. № 1235-р.

Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества / Ред. Н. Филатов, А. Литвиненко, А. Сяркиоя и др. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. 263 с.

Данилов-Данильян В. И. Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России // Материалы Всерос. конф. Краснодар. М.: Наука, 2010. 219 с.

Калинкина Н. М., Куликова Т. П. Эволюционная обусловленность реакции гидробионтов на изменение ионного состава воды (на примере пресноводного зоопланктона) // Известия РАН. Серия биологическая. 2009. № 2. С. 243–248.

Карпечко Ю. В., Бондарик Н. Л. Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне Европейского Севера России. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 225 с.

Комулайнен С. Ф., Чекрыжева Т. А., Вислянская И. Г. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. 81 с.

Кухарев В. И., Полякова Т. Н., Рябинкин А. В. Распространение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Ampipoda, Crustacea) в Онежском озере // Зоол. журн. 2008. Т. 87, № 10. С. 1270–1273.

Лозовик П. А. Расчетно-аналитический метод оценки содержания и элементного состава органического вещества природных вод // Журн. аналитической химии. 2006. Т. 61, № 6. С. 592–597.

Лозовик П. А., Потапова И. Ю., Банцевич Т. В. Буферная емкость поверхностных вод как геохимиче-

ский фактор их устойчивости к закислению // Геохимия. 2007. № 9. С. 1022–1029.

Лукин А. А., Глибко О. Я. Оптимизация системы управления рыбным хозяйством на внутренних водоемах как способ сохранения водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. 2009. № 4. С. 96–99.

Меншуткин В. В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция). Петрозаводск; СПб.: Карельский НЦ РАН, 2010. 417 с.

Меншуткин В. В., Филатов Н. Н., Потахин М. С. Экспертная система «Озера Карелии»: Ординальные и номинальные характеристики озер // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 2. С. 160–171.

Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. 2011 (в печати).

Онежское озеро. Атлас / Отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 151 с.

Румянцев В.А. Готова ли Россия к выходу на мировой рынок воды // Водное хозяйство России. 2009. № 2. С. 4–13.

Руховец Л. А., Филатов Н. Н., Тержевик А. Ю. и др. Онежское озеро сегодня и завтра: опыт математического моделирования // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева, Т. И. Регеранд, В. Х. Лифшица. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. С. 127–153.

Семенов Е. В., Булатов М. Б. Анализ результатов работы оперативной модели гидрофизических полей Белого моря в июле-августе 2008 г. // Докл. АН. 2010. Т. 432, № 3. С. 410–415.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. / Отв. ред. П. А. Лозовик, Т. П. Куликова, Н. Н. Мартынова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 210 с.

Теканова Е. В., Тимакова Т. М. Оценка современного трофического состояния Онежского озера по первичной продукции фитопланктона // Гидробиол. журн. 2007. Т. 43, № 3. С. 90–94.

Филатов Н. Н., Меншуткин В. В. Разработка геоинформационной и экспертной систем для оценки водных и биологических ресурсов водных объектов Карелии // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. № 4 (66). М., 2008. С. 1–18.

Филатов Н. Н., Тержевик А. Ю. (ред.). Белое море и водосбор под влиянием климатических и антропогенных воздействий. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 335 с.

Филатов Н. Н., Здоровеннов Р. Э., Петров М. П. и др. Комплексные океанологические исследования Онежского залива Белого моря // Моря Севера России. Комплексные исследования Белого моря / Ред. Г. Г. Матишов. М.: ММБИ, 2005. С. 111–128.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Сало Ю. А. Региональный климат: возможные сценарии изменения климата Карелии. Похолодание или потепление? // Изв. РГО. 2007. Т. 139, вып. 3. С. 72–79.

Филатов Н. Н., Дружинин П. В., Тержевик А. Ю. Беломорье – регион для решения актуальных проблем Арктики // Арктика. Экология и экономика. 2011. № 2.

Mironov D., Heise E., Kourzeneva E. et al. Implementation of the lake parameterisation scheme FLake into the numerical weather prediction model COSMO // Boreal Env. Res. 2010. 15. P. 218–230.

Rukhovets L. A., Filatov N. N. (Eds.). Ladoga and Onego – Great European Lakes: Observations and Modeling. Springer-Praxis Publishing, 2010. 320 p.

Strongly nonlinear internal waves in lakes: Generation, Transformation and meromixis / Hutter K., Filatov N. et al. Springer-Heidelberg (Germany), 2011 (in press).

Terzhevik A., Golosov S., Palshin N. et al. Some features of the thermal and dissolved oxygen structure in boreal, shallow ice-covered Lake Vendyurskoe, Russia // Aquat. Ecol. 2009. 43. DOI 10.1007/s10452-009-9288-x.

White Sea: Its Marine environment and Ecosystem dynamics influenced by global change / N. N. Filatov, D. Pozdnjakov, O. Johannessen et al. London: Springer-Praxis, 2005. 472 p.

Wulff F., Savchuk O., Sokolov A. et al. Management Options and Effects on a Marine Ecosystem: Assessing the Future of the Baltic // Ambio. 2007. Vol. 36, N 2–3. P. 243–249.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Филатов Николай Николаевич
директор ИВПС КарНЦ РАН, член-корр. РАН
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: nfilatov@rambler.ru
тел.: (8142) 576381; +7921 6292222

Filatov, Nikolai
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nfilatov@rambler.ru
tel.: (8142) 576381; +7921 6292222

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 12–20

УДК 556+628.1/.3 (470.22)

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАРЕЛИИ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ

А. В. Литвиненко, М. С. Богданова, В. А. Карпечко, И. А. Литвинова, Н. Н. Филатов

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

В статье дана характеристика особенностей гидрографической сети Республики Карелия и ее влияния на характер развития водного хозяйства. Оценен водно-ресурсный потенциал региона (речной сток и воды озер и водохранилищ). Дан анализ современного состояния хозяйственного использования водных ресурсов и динамики водопотребления и водоотведения за период с 1970 по 2009 г. Сформулированы и проанализированы ключевые проблемы в сфере рационального использования и охраны водных ресурсов: антропогенное влияние на водные объекты, обеспечение населения качественной питьевой водой.

Ключевые слова: Республика Карелия, особенности гидрографической сети, водные ресурсы, водное хозяйство, водопотребление, водоотведение, водохозяйственные проблемы.

A. V. Litvinenko, M. S. Bogdanova, V. A. Karpechko, I. A. Litvinova, N. N. Filatov. WATER RESOURCES OF KARELIA: MAIN PROBLEMS OF SUSTAINABLE USE AND PROTECTION

The paper describes characteristic features of the Republic of Karelia hydrographic network and its impact on the water economy development. The water resource potential of the region (river runoff, and waters of lakes and reservoirs) was estimated. Current utilization of the water resources and the dynamics of water consumption and water discharge in the period from 1970 to 2009 were analyzed. The main problems of sustainable use and conservation of water resources: human impact on water bodies and high-quality drinking water supply to people, were formulated and analyzed.

Key words: Republic of Karelia, features of the hydrographic network, water resources, water economy, water use, water discharges, water problems.

Существенная роль водных ресурсов в развитии и размещении производительных сил, многообразие влияния водного хозяйства на окружающую среду, множество возникающих при этом экономических и водно-экологических проблем вызывает необходимость разработки научных основ рационального использования и охраны вод. Для достижения этой цели в России разработан проект Концепции государственной политики устойчивого водопользования [1998], в котором сформулированы основные водные принципы:

– бассейновый подход;

– минимизация вредных воздействий на водные объекты;

– самофинансирование водного хозяйства;

– этапность, планомерность и обоснованность преобразований.

Большинство известных исследований, посвященных водным аспектам отношения человека и воды, относятся к территориям с низкой водообеспеченностью (Поволжье, Урал, Северный Кавказ и т. п.). Их актуальность не вызывает сомнения и определяется, в первую очередь, противоречиями, существующими между уровнем их социально-экономического развития (высокая плотность населения, широкое развитие орошаемого земледелия, концентрация водоемких промышленных производств) и возможностями обеспечения потребностей экономики в воде (относительно небольшой объем возобновляемых водных ресурсов, количественное и качественное их истощение, экологическое состояние водных объектов). Число же работ, относящихся к северным районам страны, отличающимся высокой водообеспеченностью, значительно меньше, хотя вопросы, связанные с развитием водного хозяйства, здесь не менее актуальны и серьезны. Они имеют свою специфику, обусловленную, с одной стороны, особенностями гидрографии, природного качества вод, способностями водных объектов к самоочищению, а с другой – отличиями в структуре народного хозяйства. Так, экономика Республики Карелия характеризуется значительно меньшим удельным весом сельского хозяйства (при отсутствии орошаемого земледелия), широким развитием лесного комплекса, горнодобывающих отраслей, осушительной мелиорации. В структуре водного хозяйства наряду с водопотребителями столь же существенное, а иногда и большее значение имеют водопользователи (осушительная мелиорация, водный транспорт, рыбное хозяйство, гидроэнергетика, рекреация) [Гершензон и др., 1988].

В гидрографическом отношении территория Карелии относится к бассейнам Белого и Балтийского морей. При этом на беломорскую часть приходится 57 % территории республики, на балтийскую – 43 (без учета акваторий Ладожского и Онежского озер). Специфика гидрографии региона определяется особенностями всего комплекса природных условий, в первую очередь геологического строения, рельефа и климата, а также географическим положением республики (рис. 1).

В Карелии сформировалась очень развитая гидрографическая сеть, сравнимая по своей уникальности только с территорией сопредельной Финляндии. Она представлена преимущественно либо небольшими реками, либо короткими протоками, которые соединяют многочисленные озера, образуя озерно-речные системы. По современным данным, общее число рек (включая Карельский перешеек) составляет 26,7 тыс. Суммарная их протяженность – 83 тыс. км. Преобладают водотоки длиной менее 10 км. Их количество 25,3 тыс. (95 %), общая протяженность – 52,3 тыс. км (63 %) [Ресурсы..., 1965]. Только 30 рек имеют длину более 100 км и относятся к классу средних. Густота речной сети для региона составляет 0,53 км/км^2.

В средний по водности год сток рек Карелии составляет 57 км^3. Непосредственно на ее территории формируется 49,7 км^3 (так называемый местный сток). Остальные воды (13 %) поступают из сопредельных регионов (в основном из Финляндии и Архангельской области) (табл. 1). Около 55 % речного стока с территории республики поступает в Белое море, 25 % – в Онежское озеро и 20 % – в Ладожское [Литвиненко и др., 1998].

Таблица 1. Ресурсы речного стока, км^3

Бассейн	Площадь, тыс. км^2	Средний годовой сток	Годовой сток различной обеспеченности, %			
			25	50	75	95
р. Кеми	27,7	8,37	9,66	8,48	7,19	5,16
р. Нижнего Выга	27,1	8,33	9,34	8,24	7,22	5,89
Белого моря	100	31,2	34,2	31,5	27,2	20,5
р. Шуи	10,3	3,09	3,56	2,99	2,51	1,95
р. Суны	7,67	2,36	2,71	2,22	1,85	1,54
р. Водлы	13,7	4,43	5,2	4,43	3,66	2,54
Онежского озера	43,9	14,1	16,3	13,9	11,6	8,74
Ладожского озера	32,6	11,7	13,5	11,7	9,89	7,29
Республики Карелия	176,5	57,0	65,4	57,0	48,6	36,4
В том числе:						
местный сток	155,9	49,7	57,0	49,7	42,4	31,8
приток	20,6	7,35	8,43	7,36	6,27	4,7

Основными структурными элементами гидрографической сети Карелии являются водоемы (озера и водохранилища), во многом определяющие специфику водных систем республики. На территории республики насчитывается 61,1 тыс. озер суммарной площадью около 18 тыс. км^2 [Гашева, 1965]. Кроме того, в пределах республики находится около 40 % акватории Ладожского и 80 % – Онежского озера, являющихся крупнейшими пресноводными водоемами Европы. Озерность территории составляет 12 %, а с учетом карельских частей Онего и Ладоги достигает 21 %, являясь одной из самых высоких в мире. Основное число озер имеет площадь менее 1 км^2. Более значительные размеры имеют только 1389 водоемов (чуть более 2 % от общего числа), из них лишь 20 превышают 100 км^2. В группе малых водоемов преобладают озера, не имеющие видимого стока

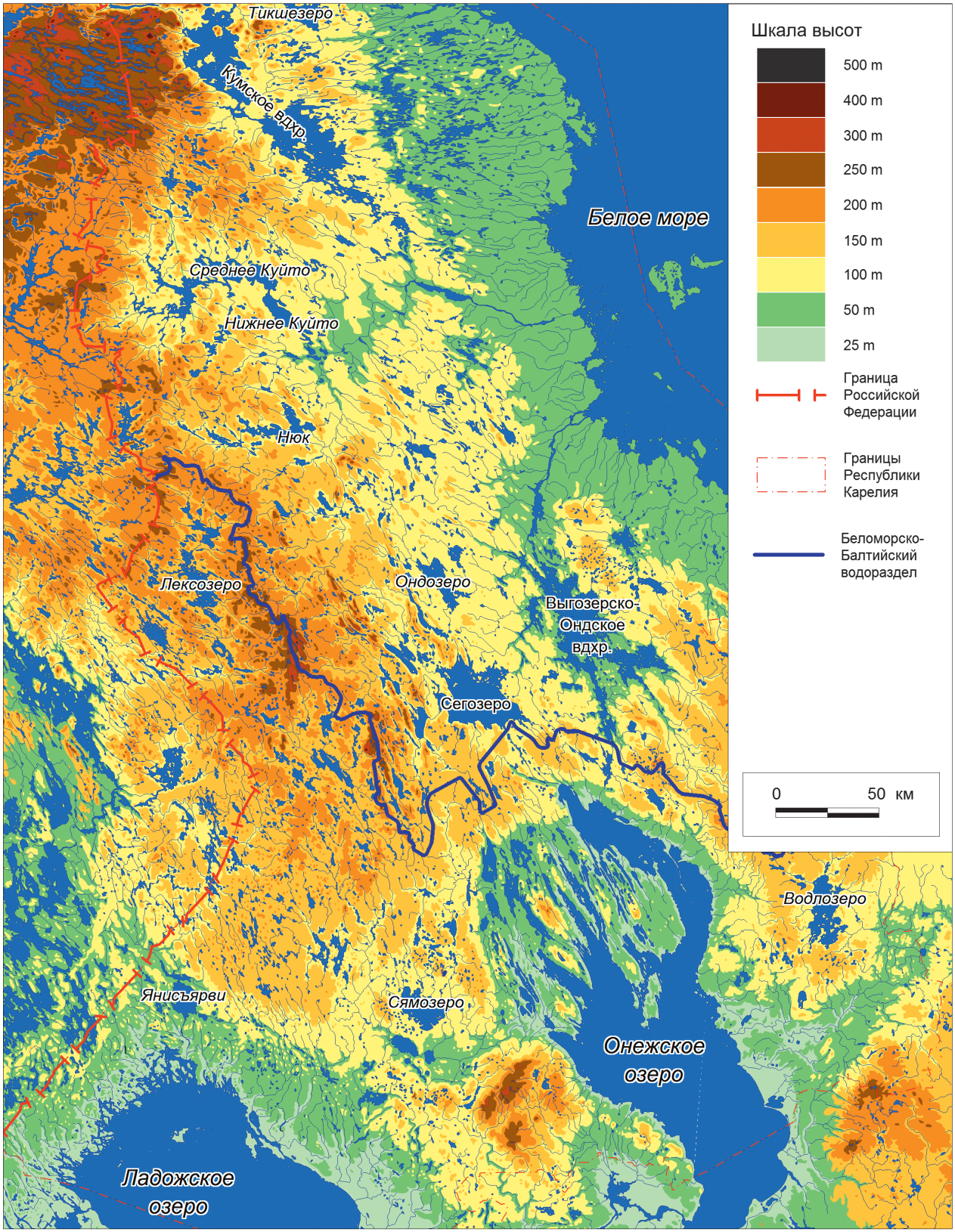


Рис. 1. Гидрографическая сеть Республики Карелия

(«бессточные») и представленные, в основном, лесными и болотными озерцами (ламбами). Объем воды, аккумулированный в водохранилищах, расположенных на территории Карелии, равен 80,2 км^3 (без Верхне-Свирского). Из них общая полезная емкость составляет 18,6 км^3, что позволяет регулировать 47 % годового объема речного стока. Еще 65,0 км^3 воды сосредоточено в озерах, остающихся в естественном состоянии. Кроме того, к этим цифрам следует добавить большие части объемов Онежского (Верхне-Свирское водохранилище) и Ладожского озер.

Абсолютные показатели не дают полного представления об обеспеченности водными ресурсами. Более показательны относительные характеристики – объем речного стока, приходящийся на единицу площади или одного жителя, которые превышают средние для Российской Федерации значения в 1,3 и 2,3 раза соответственно. *Таким образом, обеспеченность Карелии поверхностными водными ресурсами достаточно высока, и количественные параметры не являются фактором, лимитирующим развитие экономики республики*. Серьезные проблемы с водоснабжением населения и отдельных хозяйственных объектов имеют либо организационно-технический характер, либо связаны с несоответствием качества воды в природных источниках предъявляемым требованиям.

Рассмотренные основные природные особенности гидрографии и водных ресурсов Карелии в совокупности с их климатическими и геолого-геоморфологическими условиями оказывают заметное влияние на характер развития водного хозяйства республики. Основные результаты этого влияния следующие [Литвиненко и др., 1998]:

• Малая водоносность рек определяет тяготение наиболее крупных водоемких производств и населенных пунктов к большим водоемам, обладающим значительными запасами водных ресурсов для промышленного и коммунально-бытового водоснабжения, или устьям крупных рек. Соответственно, основные объемы загрязняющих веществ точечных источников поступают именно в такие водные объекты. Поэтому наиболее загрязнены крупные акватории, непосредственно примыкающие к основным промышленным центрам, – Кондопожская, Петрозаводская и Большая губы Онежского озера, Выгозеро и Беломорско-Балтийский канал, северная часть Ладоги, оз. Суоярви. Во многих из этих районов проявляются признаки антропогенного эвтрофирования, чему способствует и функционирование здесь канализационных биологических очистных сооружений.

• Значительное сосредоточенное падение рек на ограниченных участках создает предпосылки для их энергетического использования, а узкие невысокие водоразделы – для привлечения в этих целях стока из соседних бассейнов. Наличие большого числа озер, входящих в озерно-речные системы, позволяет зарегулировать водотоки с меньшими затратами (путем создания озер-водохранилищ). Но в силу низкой водоносности рек мощность ГЭС невелика (до 230 МВт), и одна гидроэнергетика не может покрыть энергетические потребности Карелии.

• Ступенчатость продольного профиля, небольшая протяженность и сильная порожистость рек сводят к минимуму возможности их использования для судоходства. По этим же причинам большинство крупных глубоководных озер отрезано от основного для республики Беломорско-Балтийского водного пути, и здесь существуют лишь некоторые условия для организации местного каботажного судоходства.

• Высокая увлажненность, широкое распространение болот и заболоченных земель (около 30 % территории) в сочетании с небольшими площадями и фрагментарностью естественных сельскохозяйственных угодий и интенсивной вырубкой лесов в прошлые годы в наиболее обжитых районах обусловили значительное развитие лесной и сельскохозяйственной осушительной мелиорации, рассматриваемой нами как отрасль водного хозяйства, при полном отсутствии ирригации. Сброс больших объемов дренажных вод оказывает в ряде случаев негативное влияние на водные объекты, проявляющееся в повышении цветности воды, содержания железа, заилении нерестилищ.

• Серьезный ущерб, нанесенный ранее лесосплавом водным объектам, и ряд экономических причин привели к полному его прекращению. Однако экологические последствия этого вида водопользования проявляются до сих пор на многих озерно-речных системах.

• Большие удельные падения, порожистость, незначительный твердый сток, сравнительно устойчивый (зарегулированный озерами) водный режим карельских рек определяют их нерестовую ценность для проходных лососевых рыб.

• Большой озерный фонд, значительная протяженность нерестовых рек, богатство ихтиофауны создают широкие возможности для развития в регионе рыбного хозяйства (промысел, товарное рыбоводство, акклиматизационные работы). Интенсивное развитие в настоящее время садкового рыбоводства привело

к появлению проблемы локального антропогенного эвтрофирования вследствие попадания в воду остатков кормов и отходов жизнедеятельности рыб.

• Огромное разнообразие чрезвычайно живописных и экзотичных водных объектов предопределяет интерес к ним со стороны рекреации, особенно водного туризма, спортивного и любительского рыболовства. Это обстоятельство обусловливает необходимость разработки уже сейчас комплекса природоохранных мероприятий для данного рода деятельности.

• Большие запасы поверхностных водных ресурсов при относительно небольших подземных обусловливают незначительное использование последних, хотя в настоящее время их значение возрастает, главным образом в связи с неудовлетворительным качеством поверхностных вод.

Удовлетворение потребностей населения и экономики в воде осуществляется при помощи системы специальных социально-экономических, научно-технических и организационных мероприятий. Наиболее распространенным термином, определяющим эту систему, является термин «водное хозяйство», под которым понимается «совокупность мероприятий, направленных на изучение, учет, охрану и использование водных ресурсов для нужд народного хозяйства, а также на борьбу с вредным воздействием на воды» [Озиранский, 1979, с. 119].

Основными видами водных ресурсов, используемыми в республике в настоящее время, являются речной сток, водоемы, подземные воды. При этом более двух третей всего водозабора обеспечивают воды озер и водохранилищ (табл. 2), таким образом, озера и водохранилища являются основой функционирования всего водного хозяйства Карелии.

Таблица 2. Забор воды из природных источников (2009 г.)

	Забрано воды	
	Объем, тыс. м^3	Доля, %
Всего по республике	221 170	100
В том числе:		
из подземных источников	1939	0,9
из поверхностных источников	219 231	99,1
Из них:		
из озер	153 939	69,6
из рек	65 292	29,5

Современный водохозяйственный комплекс Карелии представлен следующими элементами.

1. Водопотребление – использование водных объектов (включая водоносные горизонты) с изъятием воды из них, независимо от способа изъятия, а также места, времени, качества и количества возвращаемой воды.

2. Водопользование – использование водных объектов без изъятия воды из них, независимо от влияния на их режим, качественные и количественные характеристики.

3. Водоотведение или сброс дренажных и сточных вод (включая в последние шахтные воды и ливневой сток с территорий населенных пунктов).

Каждая из существующих структурных единиц водохозяйственного комплекса имеет свои значимость, специфику, особенности развития. Однако его основу составляют водопотребление и водоотведение, которые в значительной степени характеризуют ситуацию во всем водном хозяйстве и определяют водно-экологические проблемы. Их динамика в большой мере характеризует ситуацию, существующую во всем водном хозяйстве и экологическое состояние водных объектов.

Общее водопотребление РК складывается из водопотребления следующих водохозяйственных отраслей:

– населения и коммунально-бытовых предприятий;

– промышленности (производственные и коммунально-бытовые нужды);

– теплоэнергетики;

– сельского хозяйства;

– рыбного хозяйства.

В 2009 г. централизованный забор воды для нужд населения и отраслей экономики в целом по республике составил 221 170 тыс. м^3. Использовано около 97 % от забранной воды, остальное составляют потери (табл. 3).

Таблица 3. Структура водопотребления (2009 г.)

Отрасли экономики	Использовано воды	
	тыс. м^3	%
Коммунально-бытовое хозяйство	61 644	28,8
Промышленность и теплоэнергетика	118 587	55,5
Сельское хозяйство	584	0,3
Рыбное хозяйство	33 038	15,4
Всего по республике	213 853	100
Потери	7309	

Примечание. Здесь и далее в объем промышленного водопотребления включены и хозяйственно-питьевые нужды промышленности.

Наиболее значительным является промышленное водопотребление. Его объем по данным на 2009 г. составил 118 587 тыс. м^3. Индустрия представлена целлюлозно-бумажным производством (ЦБП), лесным комплексом, черной и цветной металлургией, машиностроением и металлообработкой, производством строительных материалов, пищевой промышленностью, полиграфией. Основу составляет ЦБП, где расходуется 92,5 % промышленного водопотребления. Водопотребление практически

целиком сосредоточено в крупных промышленных центрах (Петрозаводске, Кондопоге, Сегеже) (табл. 4).

Таблица 4. Структура водопотребления по основным промышленным центрам, тыс. м^3 (2009 г.)

Пром-центры	Использовано воды всего	На коммунально-бытовые нужды	В промышленности
Петрозаводск	40 094,5	36 490	3604,5
Кондопога	59 400	3851	55 517,5
Сегежа	40 238,8	4156	36 082,8

Поскольку промышленное водопотребление является доминирующим в водохозяйственном комплексе республики, именно оно и определяет динамику объемов используемой воды. До конца 1980-х гг. происходило постоянное наращивание выпускаемой продукции при одновременном увеличении объемов оборотной и повторно используемой воды с параллельным осуществлением других водосберегающих мероприятий. В результате этого объем прямого годового водопотребления в промышленности был практически постоянен (рис. 2).

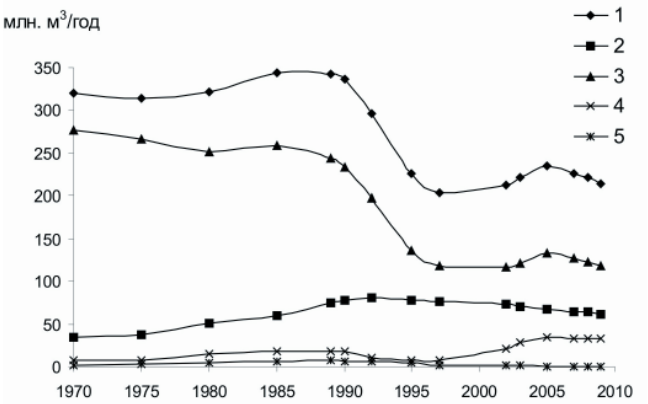


Рис. 2. Динамика водопотребления:

1 – общее водопотребление; 2 – коммунально-бытовое водопотребление; 3 – промышленное водопотребление; 4 – рыбохозяйственное водопотребление; 5 – сельскохозяйственное водопотребление

Начиная с 1989 г. в связи с ухудшающейся социально-экономической обстановкой в Карелии, как и по всей стране, происходил спад производства, что повлекло за собой резкое падение масштабов промышленного и общего водопотребления. Только после 1999 г. начался некоторый рост объема производства.

Вторым по объему водопотребления является коммунально-бытовое хозяйство. Для него в последние десятилетия существует некоторая тенденция увеличения объемов используемой воды. Она обусловлена ростом городского населения республики, развитием жилищного строительства, повышением степени благоустройства жилого фонда. Однако сокращение по сравнению с 80-ми гг. масштабов строительства жилья и коммунально-бытовых объектов привело к стабилизации объемов коммунально-бытового водопотребления.

В последнее десятилетие (в связи с ростом товарного рыбоводства) быстро развивается рыбное хозяйство.

Объем сельскохозяйственного водопотребления крайне незначителен и начиная с 1990-х гг. постоянно снижается.

С процессом водопотребления неразрывно связан процесс водоотведения, под которым подразумевается возврат сточных, дренажных, карьерных (шахтных) и ливневых вод в природные (в первую очередь водные) или некоторые специально созданные объекты. В 2009 г. на территории Карелии было учтено 228 316,1 тыс. м^3 всех видов вод, сброшенных в организованном порядке. Основной их объем поступил в водные объекты, некоторая часть – в выгреба и на рельеф (табл. 5).

Таблица 5. Сброс сточных, дренажных, карьерных и ливневых вод (2009 г.)

	Объем, тыс. м^3	Доля, %
Всего сброшено сточных, дренажных, карьерных и ливневых вод	228 316,1	
В том числе:		
в водные объекты	224 082,1	100,0
Из них:		
без очистки	9899,8	4,4
недостаточно очищенные	180 195,2	80,4
нормативно чистые без очистки	33 987,1	15,2
в выгреба и на рельеф	4234,0	

Основную долю объема сточных вод дают крупные промышленные центры – Петрозаводск, Кондопога, Сегежа, Костомукша, Надвоицы.

Водоотведение, оказывающее наиболее сильное влияние на водно-экологическую ситуацию, является во многом производной от водопотребления. Их объемы (как суммарные, так и отраслевые) тесно коррелируют друг с другом, вследствие чего динамика их развития имеет сходный характер. Максимальные объемы сточных вод сбрасывались в водные объекты во второй половине 1980-х гг. (до 310 млн м^3 в год). К 2009 г. их количество снизилось примерно на треть и составило 228 млн м^3. Основной вклад вносит промышленность (около 60 %), где по этому показателю также лидирует ЦБП. Остальная часть почти полностью приходится на долю коммунального хозяйства.

Большая часть сточных вод, поступивших в водные объекты (80 %), проходит очистку, но в

недостаточной степени. Остальная часть сбрасывается загрязненными или считается нормативно чистыми и сбрасывается без очистки.

Природные особенности гидрографии и водных ресурсов Карелии в совокупности с их климатическими и геолого-геоморфологическими условиями оказывают заметное влияние на характер развития водного хозяйства республики и наиболее типичные водно-экологические проблемы.

Многолетние исследования Института водных проблем Севера, посвященные вопросам комплексного использования и охраны водных ресурсов Карелии, позволили сформулировать ряд проблем, требующих решения в ближайшем будущем. Одной из основных является *проблема обеспечения населения качественной питьевой водой* [Водные ресурсы…, 2006].

Из 700 населенных пунктов только чуть более 100 в той или иной мере имеют обеспечение питьевой водой из централизованных источников. Охват жителей водопроводом по разным поселениям колеблется от нескольких процентов до 100, составляя, как правило, около 70 %. При этом качество воды даже в крупных городах не отвечает санитарным требованиям как из-за низкой кондиции природных вод Карелии, так и из-за несовершенной водоподготовки.

Современное питьевое водоснабжение республики ориентируется почти полностью (95 % от коммунально-бытового водопотребления) на использование поверхностных источников, качество исходной воды в которых чаще всего неудовлетворительное из-за низкой минерализации, высокого содержания органических веществ (значительная цветность), железа, марганца и других компонентов. Существенные проблемы возникают также в связи с антропогенным загрязнением водоемов. Единственным значительным населенным пунктом, использующим подземные воды, является г. Олонец.

При прокладке сетей используются, в основном, чугунные и стальные трубы. Поскольку водопроводная вода часто содержит большие концентрации органических веществ и не подщелачивается, она является агрессивной по отношению к этим материалам и вызывает их коррозию. Это увеличивает объемы утечек и риск попадания в водопроводную сеть некондиционной (в том числе канализационной) воды из окружающей среды. Кроме того, на качестве водопроводной воды сказываются и отложения, накапливающиеся в трубах. По оценкам районных администраций, доля изношенных участков сетей колеблется по населенным пунктам от 10 до 80 %. Необходимы работы по реконструкции сети в первую очередь в городах Петрозаводске, Лахденпохье, Сортавале, Суоярви и Медвежьегорске.

По европейским стандартам наиболее существенными проблемами для качества водопроводной воды являются высокий показатель цветности и перманганатной окисляемости, низкое значение pH (обычно ниже 7) и минерализации, повышенное содержание железа и иногда марганца. При водоподготовке чаще всего используется механическая очистка воды без применения химических реагентов. С учетом низкого, как правило, качества исходной воды такой метод очистки является малоэффективным. В частности, цветность воды практически не снижается. Таким образом, для большинства населенных пунктов Карелии вода постоянно или периодически не соответствует нормативам российского ГОСТа «Вода питьевая», в том числе и по бактериологическим показателям. Выбор конкретного пути решения данной проблемы должен определяться для каждого случая отдельно. Однако он должен базироваться, во-первых, на надежных исходных данных о количестве, качестве и режиме потенциальных водоисточников, а во-вторых, на научно обоснованных рекомендациях по их оптимальному выбору, эксплуатации и охране.

Неблагополучная санитарная обстановка на большинстве источников питьевого водоснабжения обусловливает необходимость применения для обеззараживания питьевой воды повышенных доз хлора (хлорирование – основной метод обеззараживания, используемый в Карелии). Однако хлорирование высокоцветных, богатых органикой вод приводит к образованию хлорорганических соединений, вызывающих мутагенный и канцерогенный эффекты [Водные ресурсы…, 2006].

Снизить уровень хлорирования в настоящее время без риска для здоровья, из-за экономических причин, по-видимому, невозможно. Улучшение положения может быть достигнуто либо переходом на использование исходной воды более высокого качества, либо значительным усовершенствованием процессов водоподготовки и, прежде всего, сокращением первичного хлорирования. В целом необходимо стремиться к переходу, где есть возможность, на использование подземных вод из четвертичных отложений, кристаллических пород или на искусственные подземные воды, фильтрующиеся через песчаные отложения. Именно такой путь улучшения качества питьевого водоснабжения избран в соседней Финляндии, где для питьевых целей используется около 50 % вод из подземных источников. Там, где нет

возможности перехода на более качественную исходную воду, необходимо повышение эффективности очистки как за счет совершенствования существующих процессов, так и путем создания новых ступеней очистки, в том числе и для подщелачивания воды. Для снижения агрессивности воды необходимо повышение показателя pH как минимум до 8. Кроме того, следует укомплектовать станции водоподготовки необходимым оборудованием, в частности, приборами дистанционного контроля за различными процессами, водомерами, насосами соответствующих марок.

Основным фактором антропогенного влияния на водные объекты Карелии является сброс сточных вод промышленных центров. В 2009 г. суммарное водопотребление составило около 214, а водоотведение – 228 млн м^3 (в том числе 23,8 млн м^3 дренажных, карьерных и ливневых вод). На хозяйственно-питьевое водоснабжение приходится 29 %, промышленное – 56 %. Наибольшее водопотребление и водоотведение приходится на целлюлозно-бумажную промышленность (около 92,5 % от промышленного).

Из всех промцентров по сбросу органических, минеральных и взвешенных веществ выделяется г. Кондопога, по сбросу общего фосфора – Петрозаводск, что в первом случае отражает недостаточную эффективность очистки сточных вод, а во втором – их специфику. Большинство сточных вод относится к органоминеральным и биогенным загрязнителям, воды хвостохранилища ОАО «Карельский окатыш» (г. Костомукша) – к чисто минеральным. Из водоприемников сточных вод выделяются Кондопожская и Петрозаводская губы Онежского озера, Северное Выгозеро и Среднее Куйто, имеющие большие акватории и объемы водных масс.

В условиях Карелии мелиорация земель приводит к увеличению выноса взвешенных и органических веществ, железа, макрокомпонентов, фосфора, что отражается на качестве воды водоприемников. При лесной мелиорации приведенные показатели в озерах возрастают по сравнению с фоновыми в 1,5–2 раза. При сельскохозяйственной мелиорации вынос веществ еще более возрастает, хотя в настоящее время влияние осушения на водные объекты существенно снижается.

Отмеченные проблемы требуют существенного внимания и решения в ближайшем будущем.

Литература

Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества / Ред. Н. Филатов, А. Литвиненко, А. Сяркиоя и др. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. 263 с.

Гашева В. Ф. Некоторые особенности гидрографии КАССР // Сб. работ Ленинградской гидрометеообсерватории. 1967. Вып. 4. С. 103–114.

Гершензон Т. Е., Карпечко В. А., Литвиненко А. В., Лифшиц В. Х. Водохозяйственное районирование территории в условиях высокой водообеспеченности (на примере Карельской АССР) // Водные ресурсы. 1988. № 5. С. 141–146.

Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (проект). М., 1998. 58 с.

Литвиненко А. В., Филатов Н. Н., Лозовик П. А., Карпечко В. А. Региональная экология: эколого-экономические основы рационального использования водных ресурсов Карелии // Инженерная экология. 1998. № 6. С. 3–13.

Озиранский С. Л. Проблемы формирования отрасли «Водное хозяйство» // Проблемы формирования отрасли «Водное хозяйство» в СССР в отдаленной перспективе. М., 1979. С. 526–546.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 2: Карелия и Северо-Запад. Л., 1965. 700 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Литвиненко Александр Васильевич
старший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: aleks-litvinenko@mail.ru
тел.: +7921 2239383

Богданова Мария Сергеевна
младший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: mari-mb@mail.ru
тел.: +7921 4630148

Litvinenko, Aleksandr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: aleks-litvinenko@mail.ru
tel.: +7921 2239383

Bogdanova, Maria
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mari-mb@mail.ru
tel.: +7921 4630148

Карпечко Валентина Алексеевна
главный гидролог
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
тел.: +7911 4101398

Karpechko, Valentina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel.: +7911 4101398

Литвинова Ирина Абрамовна
инженер-исследователь
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: litvinova@rambler.ru
тел.: +7921 4630148

Litvinova, Irina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: litvinova@rambler.ru
tel.: +7921 4630148

Филатов Николай Николаевич
директор ИВПС КарНЦ РАН, член-корр. РАН
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: nfilatov@rambler.ru
тел.: (8142) 576381; +7921 6292222

Filatov, Nikolai
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nfilatov@rambler.ru
tel.: (8142) 576381; +7921 6292222

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 21–28

УДК 556.531.4 (470.22)

ПРОЦЕССЫ ТРАНСФОРМАЦИИ, КРУГОВОРОТА И ОБРАЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

П. А. Лозовик, А. В. Рыжаков, А. В. Сабылина

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Рассмотрены кинетические закономерности трансформации, круговорота и образования веществ в природных водах на примере водоемов Карелии. Установлено, что трансформация органических веществ, $N_{орг}$ и $P_{общ}$, связанная с ассимиляционной способностью водных объектов, протекает намного медленнее, чем круговорот азотистых соединений и продукционно-деструкционные процессы. В составе лабильного органического вещества (ОВ) обнаружены углеводы, белки, аминокислоты и липиды.

Ключевые слова: трансформация, круговорот, образование, продукция, деструкция, органическое вещество, биогенные элементы, природные воды.

P. A. Lozovik, A. V. Ryzhakov, A. V. Sabylina. PROCESSES OF MATTER TRANSFORMATION, CYCLES AND FORMATION IN NATURAL WATERS

Kinetic patterns in the transformation, cycle and formation of matter in natural water bodies are considered with Karelia as the example. We found that the transformation of organic substances, N_{org} and P_{tot}, related to the assimilating capacity of the water bodies, proceeds at a much slower rate than the cycle of nitrogenous substances and production-destruction processes. Labile organic matter was found to comprise carbohydrates, proteins, amino acids, and lipids.

Key words: transformation, cycle, formation, production, destruction, organic matter, nutrients, natural waters.

Введение

Внутриводоемные процессы, которые влияют на качество воды и функционирование водных экосистем, можно разделить на три основные группы:

– трансформация веществ и их удаление из водной среды;

– внутриводоемный круговорот биогенных элементов и других соединений;

– продукционно-деструкционные процессы [Эволюция..., 1988; Бульон, 1994].

Под трансформацией веществ понимают их седиментацию и захоронение в донных отложениях, окисление части органического вещества (ОВ) до CO_2 и H_2O, восстановление некоторых форм азота до N_2 химическим путем, переход веществ из растворенного состояния в коллоидно-дисперсное и последующую их коагуляцию и ряд других процессов. Их влияние на качество воды хорошо заметно в озерах с замедленным водообменом, в которых показатели содержания неконсервативных веществ (Fe, ОВ, Si, $N_{орг}$, $P_{общ}$) намного меньше, чем в приточных водах [Ладожское озеро..., 2002].

Вторая группа процессов связана с внутриводоемным круговоротом соединений: переходом одних их форм в другие как химическим, так и биохимическим путем. К таким процессам следует отнести «Fe, Mn-цикл» в водоемах,

имеющий ярко выраженный сезонный характер [Даувальтер, 2007]. В зимний период наблюдается активное поступление Fe^{2+} и Mn^{2+} из донных отложений в воду, затем окисление этих форм в период открытой воды с образованием труднорастворимых соединений до Fe(III) и Mn(IV) и поступление последних в донные отложения. Наибольшее значение для функционирования водных экосистем имеет внутриводоемный круговорот биогенных элементов – соединений P, N, Si, наряду с процессами их трансформации [Кузнецов и др., 1985]. Непрерывный круговорот азотистых соединений заключается в переводе $N_{орг}$ в NH_4^+ в результате аммонификации, далее идет окисление NH_4^+ до NO_2^- и NO_3^- (нитрификация) и потребление NO_3^- бактерио- и фитопланктоном, что фактически замыкает этот процесс. Аналогичное можно отметить и для соединений фосфора и кремния. Минеральные формы фосфора, прежде всего дигидро- и гидрофосфаты, потребляются в процессе фотосинтеза и бактериальной деструкции и переходят в органические формы фосфора. Затем происходит их окисление в водной среде при отмирании клеток планктона, вновь приводящее к образованию фосфатов. Кремний активно потребляется планктоном, особенно диатоновыми водорослями [Schelske, 1976]. При их отмирании он частично переходит в воду, а большей частью – захоранивается в донных отложениях.

Особую роль в водных объектах играют продукционно-деструкционные процессы, в результате протекания которых происходит образование автохтонного ОВ, существенно отличающегося от аллохтонного ОВ по качественному составу. Основу автохтонного ОВ составляют углеводы, мочевина, белки, аминокислоты, летучие органические кислоты и другие соединения. Поэтому целью работы было установить закономерности протекания внутриводоемных процессов трансформации, круговорота и накопления веществ в водной среде на примере некоторых водных объектов Карелии с использованием новых методических подходов, разработанных авторами.

Трансформация веществ в водных экосистемах

Внутриводоемные процессы трансформации неконсервативных веществ (органического вещества, фосфора, железа, кремния) наряду с их внешним поступлением в озеро с водосборной территории и с атмосферными осадками, выпадающими на его поверхность, являются существенным фактором формирования качества воды. Для оценки степени трансформации веществ в озерных системах широко используется в лимнологии показатель удерживающей способности: $R = (\bar{C}_{пр} - C_{оз})/\bar{C}_{пр}$. Он не является кинетическим параметром, а показывает относительное понижение концентрации вещества в озере и отражает скорость его трансформации. Для нахождения кинетических параметров была разработана модель трансформации веществ в озерных системах [Lozovik, 2003; Лозовик, 2006; Лозовик и др., 2007, 2010; Лозовик, Рыжаков, 2009]. В результате было получено кинетическое уравнение:

$$R/(1 - Re^{-\frac{1}{\tau}}) = k\tau, \quad (1)$$

позволяющее рассчитывать константы скорости трансформации веществ по величине τ и удерживающей способности. Для больших озер ($\tau \geq 10$) уравнение (1) преобразуется к более простому виду $R/(1 - R) = k\tau$, а для высокопроточных ($\tau << 1$) – $R = k\tau$.

Удерживающая способность и константы скорости трансформации были рассчитаны с использованием данных по химическому балансу озер и их водообмену (табл. 1). Для озер учитывалось содержание только аллохтонного ОВ и $N_{орг}$ в его составе, которое оценивалось по их доле от общего количества ОВ, выраженное по бихроматной окисляемости [Лозовик и др., 2007].

Анализ данных табл. 1 показывает, что наименьшие значения констант для всех компонентов наблюдаются для больших стратифицированных озер: Онежского, Ладожского и Сегозеро (τ 10–16 лет) и бóльшие – для малых нестратифицированных озер с периодом водообмена от 0,4 до 3,1 года. Причина таких различий кроется в том, что большие озера в сравнении с малыми – холодноводные и имеют более низкую среднегодовую температуру, а также меньшую продолжительность периода повышенных температур (свыше 10 °C) в поверхностных слоях воды. Второй причиной является разный качественный состав лабильного вещества, поступающего в озера с приточными водами, что видно на примере соединений Fe. В Ладожском озере, принимающем сток трех крупных рек, вытекающих из больших озер, константа скорости трансформации $Fe_{общ}$ меньше, чем в других больших озерах. Это объясняется поступлением в Ладожское озеро воды с более трансформированными соединениями Fe. Максимальная константа скорости трансформации $Fe_{общ}$ в оз. Водлозеро, по-видимому, связана с притоком речных вод с очень высоким содержанием соединений Fe ($\bar{C}_{пр}$ = 1,3 мг/л). Их гидролиз приводит к быстрому уменьшению концентрации $Fe_{общ}$ в озерной воде, и, как следствие этого, озеро имеет высокое значение удерживающей способности по отношению к $Fe_{общ}$ (R = 0,60), несмотря на малый период водообмена (τ = 0,5 года).

Таблица 1. Период водообмена, удерживающая способность озер и константы скорости трансформации веществ

Озеро	τ, лет	ОВ		$N_{орг}$		$Fe_{общ}$		$P_{общ}$		Si	
		R	k, год$^{-1}$	R	k, год$^{-1}$	R	k, год$^{-1}$	R	k, год$^{-1}$	R	k, год$^{-1}$
1. Онежское	15,6	0,72	0,14	0,64	0,10	0,91	0,41	0,72	0,14	0,85	0,27
2. Ладожское	11,7	0,70	0,17	0,69	0,16	0,75	0,21	0,63	0,13	0,74	0,20
3. Сегозеро	9,95	0,68	0,18	0,70	0,19	0,88	0,43	0,68	0,18	0,33	0,05
4. Сямозеро	3,13	0,52	0,27	0,45	0,21	0,68	0,43	0,48	0,24	0,58	0,32
5. Вендюрское	2,29	0,60	0,42	0,43	0,26	0,82	0,76	0,30	0,16	–0,03	–
6. Исо-Пюхяярви	1,26	0,35	0,33	0,27	0,25	0,41	0,40	0,39	0,38	0,39	0,37
7. Остер	1,16	0,40	0,42	0,31	0,31	0,68	0,82	0,26	0,38	0,06	0,06
8. Селецкое	0,95	0,44	0,55	0,42	0,52	0,63	0,85	0,42	0,52	0,03	0,04
9. Крошнозеро	0,88	0,39	0,51	0,38	0,49	0,60	0,85	0,47	0,63	0,57	0,80
10. Пряжинское	0,79	0,48	0,70	0,13	0,17	0,32	0,45	0,31	0,44	0,74	1,17
11. Водлозеро	0,50	0,35	0,74	0,45	0,97	0,60	1,30	0,27	0,57	0,57	1,23
12. Суоярви	0,41	0,13	0,33	0,04	0,11	0,14	0,34	0,00	0,00	0,11	0,28

Трансформация соединений Si заметно варьирует. В озерах Сегозерской группы (Остер, Селецкое) и в оз. Вендюрском концентрация Si в приточных водах равна его концентрации в озерной воде. В этих озерах наблюдается отсутствие трансформации Si, что можно объяснить неучтенным источником поступления Si с подземными водами, непосредственно разгружающимися в озеро, или его выщелачиванием из подстилающих пород со дна. Вероятно, по указанным причинам отмечена очень низкая константа скорости трансформации Si и в оз. Сегозеро (0,05 год$^{-1}$) против 0,27 в Ладожском и 0,20 год$^{-1}$ в Онежском озере. Для эвтрофных озер (Водлозеро, Пряжинское и Крошнозеро) отмечены очень высокие константы скорости трансформации Si (0,80–1,23 год$^{-1}$). В них активно протекает фотосинтез и потребляется SiO_2 планктоном. Из-за мелководности озер ($h_{ср}$ 2,8–5,7 м) Si из планктона не успевает в них регенерироваться в водной толще и оказывается захороненным в донных отложениях в отличие от олиготрофных и более глубоких ($h_{ср}$ 9–29 м) озер Остер, Селецкое и Сегозеро.

Константы скорости трансформации $P_{общ}$, а также ОВ и $N_{орг}$ аллохтонного происхождения имеют близкие значения для больших и малых озер (см. табл. 1). Средние значения k для этих трех компонентов в больших озерах составляют 0,16 год$^{-1}$ и в малых – 0,43 год$^{-1}$. По-видимому, для этих компонентов имеет место близкий механизм их трансформации.

Температурную зависимость констант скоростей трансформации рассмотрим на примере $P_{общ}$, ОВ и $N_{орг}$ для больших (k = 0,16 год$^{-1}$) и малых (k = 0,43 год$^{-1}$) озер. Температурные условия в больших и малых озерах в зимний, весенний и осенний периоды можно считать близкими, а в летний они существенно отличаются. В этот сезон следует ожидать и наибольшую трансформацию веществ в озерных системах. Среднелетнюю температуру в больших озерах примем около 5 ˚С, а в малых – около 14 ˚С. Используя известное уравнение

$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{T_2 - T_1}{10} \ln \gamma \ ,$$

получим, что температурный коэффициент (γ) трансформации $P_{общ}$, ОВ и $N_{орг}$ равняется 3,0, что согласуется с правилом Вант-Гоффа. Поэтому можно считать, что основные различия в константах скоростей трансформации $P_{общ}$, ОВ и $N_{орг}$ в больших и малых озерах связаны с особенностями их температурного режима.

Внутриводоемные процессы круговорота азота в природных водах

Азот наряду с фосфором и кремнием является важнейшим биогенным элементом. От количества и форм его соединений во многом зависит общая биопродуктивность водоемов [Кузнецов и др., 1985]. Выделяют минеральные формы азота – аммоний, нитриты, нитраты и органическую, включающую белки, полипептиды, аминокислоты, амиды, мочевину и др. Ранее в ИВПС КарНЦ РАН был накоплен большой массив данных по содержанию основных форм азота в водных объектах Карелии. В большинстве водоемов распределение форм азота подчиняется следующей закономернсти: $N_{орг}(0,44) >> NH_4^+(0,05) > NO_3^-(0,01) >> NO_2^-(0,001$ мг N/л) (в скобках указаны средние региональные значения концентраций азотистых веществ). Среди форм азота превалирует $N_{орг}$, а из минеральных – NH_4^+. Из этой закономерности исключаются большие стратифицированные озера, в которых содержание нитратов в гиполимнионе намного больше, чем аммония. В них при низкой температуре на глубине в отсутствие света не происходит потребление NO_3^- планктоном и нитраты накапливаются в водной среде [Лозовик, Бородулина, 2009]. Динамика изменения состава и соотношения различных соединений азота определяется интенсивностью их биохимической (бактериаль-

ной) трансформации в результате протекания внутриводоемного круговорота, представляющего собой циклическую цепь последовательных реакций первого порядка:

$$N_{орг} \xrightarrow{k_1} NH_4^+ \xrightarrow{k_2} NO_2^- \xrightarrow{k_3} NO_3^- \xrightarrow{k_4} N_{орг}$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – константы скоростей аммонификации, первой и второй стадий нитрификации и потребления нитратов водными организмами соответственно.

Используя методы лабораторного моделирования и анализа натурных данных, мы впервые определили кинетические характеристики данных реакций (константы скоростей, средние величины скоростей, время полупревращения).

Для опытов использовали природную воду из разнотипных водоемов Карелии (озера Онежское, Чучъярви, Крошнозеро, Кривое, р. Лососинка). Пробы воды объемом 1 л инкубировали при 19–22 °С в темноте в неплотно закрытых сосудах для обеспечения доступа кислорода. В исходной воде и далее через определенные промежутки времени определяли содержание $N_{общ}$, $N_{орг}$, NH_4^+, NO_2^- и NO_3^-. Строили кинетические зависимости концентрации NH_4^+ и NO_2^- от времени реакции. Количество этих соединений постепенно растет и достигает своих максимумов, а далее снижается. По графикам определяли величины максимумов содержания NH_4^+ и NO_2^-, а также время их достижения. Эти экспериментальные данные необходимы для расчета значений k_1, k_2 и k_3 с использованием кинетической теории последовательных реакций первого порядка, описанной в монографии [Эммануэль, Кнорре, 1974]. Известно, что аммонификация и нитрификация являются реакциями первого порядка [Леонов, Айзатуллин, 1977]. Для нахождения k_1 и k_2 применяли систему из двух уравнений:

$$[N_{амм}]_{макс} - [N_{амм}]_0 = [N_{орг}]_0 \cdot \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{k_2}{k_1 - k_2}}, \quad t_{макс} = \frac{\ln \frac{k_2}{k_1}}{k_2 - k_1} \quad (2)$$

где $[N_{амм}]_{макс}$ – максимальная концентрация ионов аммония, $[N_{амм}]_0$ – начальная концентрация ионов аммония, $[N_{орг}]_0$ – начальная концентрация органического азота, $t_{макс}$ – время достижения максимальной концентрации аммонийного азота. По значениям k_1 и k_2 были рассчитаны средние скорости реакций аммонификации (V_1) и первой стадии нитрификации (V_2) для озерных вод (табл. 2) [Рыжаков и др., 2010].

Наличие максимумов на графиках зависимости концентрации NO_2^- от времени позволило определить константу скорости второй стадии нитрификации (k_3). Расчет проводили по формуле:

$$[NO_2^-]_{макс} - [NO_2^-]_0 = k_1 \cdot k_2 \cdot [N_{орг}]_0 \left[\frac{e^{-k_1 t}}{(k_2 - k_1)(k_3 - k_1)} + \frac{e^{-k_2 t}}{(k_1 - k_2)(k_3 - k_2)} - \frac{e^{-k_3 t}}{(k_1 - k_3)(k_2 - k_1)} \right], \quad (3)$$

где $[NO_2^-]_{макс}$ – максимальная концентрация $N\text{-}NO_2^-$; k_1 – константа скорости аммонификации; k_2 – константа скорости первой стадии нитрификации; $[NO_2^-]_0$ – начальная концентрация NO_2^-, t – время достижения максимальной концентрации NO_2^-, $[N_{орг}]_0$ – начальная концентрация $N_{орг}$. Далее были рассчитаны и величины k_4 – константы скорости ассимиляции нитратов до $N_{орг}$. Для этого среднюю скорость 1, 2 и 3 стадии цепи (0,018 мг $N \cdot л^{-1} \cdot сут^{-1}$) разделили на среднюю концентрацию NO_3^- (0,01 мг N/л) в водных объектах Карелии и получили $k_4 = 1{,}8$ $сут^{-1}$.

Таблица 2. Константы скоростей и истинные скорости аммонификации и нитрификации в разнотипных озерах Карелии

Озеро	k_1	k_2	V_1	V_2
	$сут^{-1}$		мг $N \cdot л^{-1} \cdot сут^{-1}$	
Онежское	0,03	0,33	0,02	0,02
Чучъярви	0,01	0,38	0,01	0,01
Крошнозеро	0,03	0,62	0,02	0,03
Кривое	0,04	0,30	0,03	0,02

Средние значения кинетических характеристик отдельных стадий круговорота азотистых веществ в природных водах Карелии представлены в табл. 3.

Таблица 3. Средние значения кинетических характеристик отдельных стадий круговорота азотистых веществ в природных водах Карелии

Характеристика	Аммонификация	1-я стадия нитрификации	2-я стадия нитрификации	Ассимиляция NO_3^- до $N_{орг}$
k, $сут^{-1}$	0,04	0,34	2,35	1,80
$\tau_{1/2}$, сут	17,3	2,0	0,3	0,4
V, мг $N \cdot л^{-1} \cdot сут^{-1}$	0,018			

Сравнивая между собой значения k для различных стадий, можно сказать, что они находятся в обратной зависимости от концентраций соединений азота, которые являются исходными для соответствующих стадий цикла. Так, наименьшей константой скорости является k_1, а наибольшей – k_3. Поэтому для большинства водных объектов Карелии содержание $N_{орг}$ значительно превалирует над другими, а ионы NO_2^- не успевают накапливаться, и их концентрация всегда остается на очень низком уровне. Поскольку $k_2 > k_1$, то в водных объектах преобладают ионы NH_4^+ над NO_3^-.

Таким образом, сочетание натурных данных с методами лабораторного моделирования

позволяет установить кинетические характеристики круговорота азотистых соединений, как отдельных его стадий, так и всего цикла в целом.

Продукционно-деструкционные процессы

Продукционно-деструкционные процессы играют важную роль в водных экосистемах. Они приводят к образованию автохтонного ОВ, а основные продуценты и деструкторы (фито- и бактериопланктон) являются кормовой базой зоопланктона. Широко известно, что деструкция во многих северных водоемах и морских экосистемах выше, чем продукция, и только в высокопродуктивных объектах продукция больше деструкции [Бульон, 1994; Сапожников, 2003].

Особенности протекания продукционно-деструкционных процессов рассмотрим на примере некоторых озер Карелии, по которым имеются сведения по продукции, деструкции, $БПК_5$, $БПК_{20}$ и по содержанию автохтонного ОВ [Харкевич и др., 1985; Сабылина, Басов, 2000, 2003; Теканова, Тимакова, 2006]. В число объектов включены озера с различным водообменом, уровнем трофии и гумусностью воды (табл. 4). Все эти водоемы мало подвержены антропогенному влиянию от точечных источников загрязнения, поэтому деструкции подвергается в основном лабильное ОВ природного происхождения.

О высоком уровне трофии водоемов можно судить по величинам $БПК_5$ и $БПК_{20}$ (табл. 4). Эти показатели наибольшие в озерах Крошнозеро, Святозеро, Миккельское и Вохтозеро, которые являются эвтрофными. В остальных озерах эти величины намного меньше и соответствуют уровню олиго-, мезотрофных водоемов.

Содержание автохтонного ОВ оценено по эмпирической формуле с использованием данных по ХПК, ПО и цветности: $p_{авт}$ = 0,62ХПК / Hum – 0,35, где Hum – $\sqrt{ЦВ \cdot ПО}$ [Лозовик и др., 2007]. Наиболее высокая доля автохтонного ОВ (свыше 40 %) отмечена в озерах Онежское, Пертозеро, Каменное, Пяозеро, Топозеро, Ковдозеро, Святозеро и Миккельское. В первых пяти озерах высокая доля автохтонного ОВ связана с их замедленным водообменном (τ 3,3–15,6 года), и, как следствие этого, продукционно-деструкционные процессы приводят к накоплению ОВ автохтонной природы. Большое содержание автохтонного ОВ в оз. Святозеро обусловлено прежде всего его эвтрофным характером и малым удельным водосбором ($\Delta F = 3,1$). Хотя оз. Крошнозеро эвтрофное, но оно достаточно проточное (τ = 0,9 года), доля автохтонного ОВ в нем невысока. Несмотря на то что оз. Миккельское еще более проточное, чем Крошнозеро, оно принимает сток с последнего озера, является более эвтрофным, и доля автохтонного ОВ в нем выше (51 %). Повышенная доля автохтонного ОВ в проточном оз. Ковдозеро связана с тем, что основной приток воды в него поступает из оз. Пяозеро, имеющего высокое содержание автохтонного ОВ. В остальных озерах доля автохтонного ОВ меньше (7–30 %). Из последней группы выделяется оз. Риндозеро (самым низким процентом автохтонного ОВ) и оз. Вендюрское – более высокой долей автохтонного ОВ. Первое имеет меньший период водообмена (τ = 0,8 года), чем второе (τ = 2,3 года). Следует особо подчеркнуть, что содержание автохтонного ОВ определяется не только интенсивностью продукционно-деструкционных процессов в водном объекте, но и зависит от его водообмена и удельного

Таблица 4. Косвенные характеристики содержания ОВ и показатели деструкции и первичной продукции в некоторых озерах Карелии

№ п/п	Озеро	Hum	БО, мг О/л	$БПК_5$	$БПК_{20}$	$БПК_{20}$/БО, %	$p_{авт}$	Р	А
				м O_2/л				мг O_2/л в сут	
1	Крошнозеро	29,3	28,0	3,04	5,52	20	0,24	1,06	0,90
2	Святозеро	10,8	15,0	3,41	5,09	34	0,51	0,95	0,95
3	Миккельское	27,0	33,6	4,29	8,70	26	0,42	1,32	1,13
4	Вохтозеро	17,5	17,8	1,59	5,93	33	0,28	0,26	0,19
5	Вендюрское	15,8	16,8	1,13	1,99	12	0,30	0,16	0,14
6	Риндозеро	31,3	21,2	0,90	1,80	8	0,07	0,24	0,09
7	Пертозеро	8,8	17,4	1,68	2,88	19	0,88	0,23	0,20
8	Топозеро	9,7	11,9	0,98	1,83	15	0,41	0,13	0,05
9	Пяозеро	8,5	11,3	0,88	1,87	17	0,47	0,09	0,06
10	Ковдозеро	9,8	13,0	0,37	0,94	7	0,47	0,11	0,06
11	Каменное	11,6	16,7	0,87	2,14	13	0,54	0,14	0,07
12	Сегозеро	12,7	12,6	0,95	2,01	16	0,27	0,03	0,02
13	Ср. Куйто	19,7	18,6	0,58	1,47	8	0,24	0,13	0,12
14	Нюк	23,0	23,4	0,62	1,52	6	0,28	0,24	0,13
15	Кимасозеро	27,1	22,3	1,02	2,27	10	0,16	0,10	0,05
16	Контокки	17,9	18,8	1,16	2,36	13	0,30	0,21	0,08
17	Онежское	10,8	14,7	0,84	1,68	11	0,42	0,09	0,05*

Примечание. *– данные для поверхностного горизонта.

водосбора, которые отражаются на степени утилизации в водоеме лабильного ОВ и в поступлении аллохтонного ОВ.

Анализ связи между лабильным и автохтонным ОВ по их доле от общего содержания ОВ (табл. 4) позволил выделить 5 озер с очень низким количеством как лабильного (в среднем 8 %), так и автохтонного (16 %) ОВ и 8 озер – с повышенной их долей (15 и 40 % соответственно). В четырех эвтрофных озерах при средней доле автохтонного ОВ (36 %) доля лабильного была выше (28 %), чем во всех остальных озерах. Поэтому лабильные ОВ природных вод следует считать источником и составной частью автохтонного ОВ.

В составе лабильного ОВ в ряде озер Карелии были исследованы биохимически легкоокисляемые соединения: углеводы, белки, аминокислоты и липиды. Данные о их количественном и качественном составе были получены на озерах Куйто, Топозеро, Пяозеро, Онежское и некоторых притоках и водоемах его бассейна (Крошнозеро, Святозеро, Тарасмозеро, Миккельское и др.) за многолетний период с 1980 по 2010 г. [Сабылина, Ипатова, 1985; Сабылина и др., 2010].

Суммарная концентрация углеводов в озерах Карелии колеблется от следовых количеств до нескольких мг/л. Содержание их повышено до 10 мг/л на мелководье эвтрофных озер в весенне-летний период, т. е. там, где в воду поступает большое количество ОВ, выделяемого фитопланктоном. В северных озерах Куйто, Топозеро, Пяозеро средние концентрации углеводов изменяются в пределах 1,5–2,8 мг/л. В центральном плесе Онежского озера, в Кондопожской и Петрозаводской губах их содержание не превышает 3 мг/л (в среднем около 2 мг/л). В евтрофированной части Кондопожской губы содержание углеводов в зимний (2009 г.) и весенне-летний (2010 г.) периоды выше и составляет в среднем 7 мг/л. Такие же высокие концентрации отмечены и в двух южных эвтрофных озерах Крошнозеро и Святозеро. Установлено, что в составе моносахаридов из гексоз превалирует глюкоза или манноза, а в составе пентоз преобладает ксилоза [Сабылина и др., 2010].

Концентрация белков в центральном плесе Онежского озера составляет 150 мкг N/л, в его притоках – 160–410 мкг N/л, а в мезотрофных губах Кондопожской и Петрозаводской – около 200 мкг N/л. Наибольшее содержание белков в июле – августе (1986–1987 гг.) обнаружено в эвтрофных озерах Крошнозеро и Святозеро (710 и 875 мкг N/л соответственно). В северных малопродуктивных озерах Куйто концентрация белков в течение года изменялась от 40 до 233 мкг N/л.

Содержание растворенных аминокислот (РА) в холодноводных озерах Северной Карелии колебалось от 3 (Верхнее Куйто) до 14 мкг N/л (оз. Пяозеро) и в среднем составляло 7 мкг N/л [Сабылина, Ипатова, 1985]. В летний период в центральном плесе Онежского озера содержание РА достигало 10 мкг N/л, а в мезотрофных губах (Кондопожской, Петрозаводской) их количество было 15 мкг N/л. В притоках Онежского озера содержание РА изменялось от 5 до 32 мкг N/л [Кукконен, Пирожкова, 1984]. Концентрация РА в эвтрофных озерах Крошнозеро, Святозеро довольно высокая в летний период (около 33 мкг N/л), а в зимний период она в 2 раза меньше. В среднем в составе $N_{орг}$ на долю РА приходится 1–2 %, а на долю белков – 15–30 %. Сезонная динамика содержания белков и РА была изучена на оз. В. Куйто в поверхностном слое воды. Наибольшая концентрация $N_{орг}$ была обнаружена летом (420 мкг/л), а наименьшая – весной (270 мкг/л), а доля азота белков от $N_{орг}$ соответственно составила 15 и 30 %. Снижение доли белков летом, по-видимому, связано с более активной трансформацией их при повышенной температуре воды [Сабылина, Ипатова, 1985].

Исследования липидов проводились на озерах Куйто, Крошнозеро, Святозеро, Сямозеро, Онежское [Сабылина, Семенов, 1981; Сабылина, Басов, 2003]. Показано, что концентрация растворенных липидов в озерах Верхнее и Среднее Куйто колеблется от 20 до 206 мкг/л. В южных эвтрофных озерах в период массового развития планктона их содержание в поверхностном слое воды достигало 350 мкг/л, а в центре Онежского озера – 250 мкг/л. В групповом составе преобладают полярные липиды (30–45 % от их суммы) и жирные кислоты (15–20 %).

Анализ величин продукции и деструкции, полученных in situ в вегетационный период, показал, что наибольшие значения деструкции (D), как и $БПК_5$ и $БПК_{20}$, отмечены в эвтрофных озерах Крошнозеро, Святозеро, Миккельское, Вохтозеро. Значение продукции по Винбергу в указанных озерах было близким к деструкции, а в остальных, как правило, в 1,5–3 раза меньше (табл. 4). Такие различия вполне закономерны и объяснимы. В высокопродуктивных озерах, в которых содержится большое количество легкоокисляемых ОВ, суточная продукция существенно не влияет на потребление кислорода. В малопродуктивных озерах, в которых лабильного ОВ незначительное количество, на суточной продукции уже сказывается потребление кислорода продуцируемым ОВ.

Для выяснения этих различий рассмотрим, что учитывается при определении продукции

кислородным методом по Винбергу [Винберг, 1960] и из чего складывается изменение содержания O_2 при фотосинтезе и деструкции. Продукция (А) определяется по формуле: $A = \Delta O_2 + D$, где ΔO_2 – изменение содержания O_2 в течение суток в склянке на свету, D – деструкция (изменение за сутки содержания O_2 в склянке в темноте). Изменение содержания кислорода в ходе фотосинтеза складывается из следующих основных элементов: $(O_2)_{исх} + (O_2)_{фотосинтеза} - (O_2)_{деструкции\ исходного\ ОВ} - (O_2)_{деструкции\ продуцируемого\ ОВ} = (O_2)_1$ (содержание O_2 после суточной экспозиции на свету). Фактически в формуле Винберга не учитывается потребление O_2 на деструкцию продуцируемого ОВ в ходе опыта, что, собственно, и приводит к занижению результатов в малопродуктивных водоемах. Более логично расчет продукции проводить по следующей формуле:

$$П = \Delta O_2 + D + (\Delta O_2)_{деструкции\ продуцируемого\ ОВ}. \quad (4)$$

Определить величину деструкции продуцируемого ОВ в ходе опыта не представляется возможным, поэтому все результаты по продукции являются заниженными.

Заключение

Разработанная модель трансформации неконсервативных веществ в озерных системах позволила получить кинетическое уравнение и установить константы скорости трансформации $P_{общ}$, аллохтонного ОВ и в его составе $N_{орг}$, а также соединений Fe и Si в поверхностных водах.

Применение теории последовательных реакций первого порядка к круговороту азота в природных водах позволило впервые определить кинетические характеристики отдельных стадий этого процесса и объяснить распределение основных форм азота в поверхностных водах Карелии.

Исследования продукционно-деструкционных процессов на ряде водоемов Карелии показали, что наибольшие значения деструкции, так же как и величин $БПК_5$ и $БПК_{20}$, характерны для эвтрофных озер, в которых отмечены близкие значения продукции и деструкции. В олиго- и мезотрофных водоемах величина продукции была в 1,5–3 раза меньше, чем деструкция. Наблюдаемый в последних водоемах отрицательный баланс ОВ связан с неучетом деструкции продуцируемого ОВ.

Продукционно-деструкционные процессы приводят к образованию лабильного ОВ, которое является источником и составной частью автохтонного ОВ. Основными компонентами лабильного ОВ являются углеводы, белки, аминокислоты, липиды, доля которых достигает 50–70 % от содержания автохтонного ОВ.

Литература

Бульон В. В. Закономерности первичной продукции в лимнических системах. СПб.: Наука, 1994. 222 с.

Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. 328 с.

Даувальтер В. А., Ильяшук Б. П. Условия образования железо-марганцевых конкреций в донных отложениях озер в пределах Балтийского кристаллического щита // Геохимия. 2007. № 6. С. 680–684.

Кузнецов С. И., Саралов А. И., Назина Т. Н. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. М.: Наука, 1985. 213 с.

Кукконен Н. А., Пирожкова Г. П. Содержание свободных и связанных аминокислот в реках Онежского озера // Элементы экосистемы Онежского озера и его бассейна. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. С. 19–21.

Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В. А. Румянцева, В. Г. Драбковой. СПб.: Наука, 2002. С. 54–93.

Леонов А. В., Айзатуллин Т. А. Кинетика и механизмы трансформации соединений биофильных элементов в водных экологических системах // Итоги науки и техники. Общая экология. Биоценология. Гидробиология. М.: ВИНИТИ, 1977. Т. 4. С. 100–107.

Лозовик П. А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: Автореф. дис. … докт. хим. наук. М., 2006. 56 с.

Лозовик П. А., Бородулина Г. С. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 6. С. 694–704.

Лозовик П. А., Рыжаков А. В. Внутриводоемные процессы трансформации и накопления лабильных веществ в озерных системах // Материалы науч.-практ. конф. «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России». Ч. 1. Азов, 8–10 июня 2009 г. Ростов-на-Дону, 2009. С. 124–127.

Лозовик П. А., Морозов А. К., Зобков М. Б. и др. Аллохтонное и автохтонное органическое вещество в поверхностных водах Карелии // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, № 2. С. 225–237.

Лозовик П. А., Рыжаков А. В., Сабылина А. В. Формирование химического состава поверхностных вод Карелии // Материалы науч. конф., посвящ. 90-летию со дня образования Гидрохимического института (г. Азов, 27–28 мая 2010 г.). Ростов-на-Дону, 2010. С. 140–144.

Рыжаков А. В., Кукконен Н. А., Лозовик П. А. Определение интенсивности аммонификации и нитрификации в природных водах кинетическим методом // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 1. С. 70–74.

Сабылина А. В., Басов М. И. Взаимосвязь факторов среды с первичной продукцией фитопланктона и деструкцией органического вещества в озерах Карелии // Проблемы гидроэкологии на рубеже веков. СПб., 2000. С. 155–156.

Сабылина А. В., Басов М. И. Абиотические факторы среды, первичная продукция и деструкция органического вещества в озерах Карелии // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2003. С. 72–90.

Сабылина А. В., Ипатова Р. Г. Лабильные органические вещества в воде озер Куйто // Органическое

вещество и биогенные элементы в водах Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 75–85.

Сабылина А. В., Семенов А. Д. Растворенные и взвешенные липиды в воде некоторых озер Карелии // Гидрохим. материалы. 1981. Т. 83. С. 10–22.

Сабылина А. В., Мусатова М. В., Кукконен Н. А. Содержание лабильных органических веществ в водоемах Карелии // Современные проблемы гидроэкологии. СПб., 2010. С. 151.

Сапожников В. В. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового Океана. М.: ВНИРО, 2003. 202 с.

Теканова Е. Н., Тимакова Т. М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Онежском озере // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. М., 2006. С. 60–70.

Харкевич Н. С. Гидрохимия озера Каменного // Природные воды района Костомукшского железорудного месторождения (Северная Карелия). Петрозаводск, 1985. С. 44–108.

Харкевич Н. С., Сабылина А. В., Басов М. И. Интенсивность распада органического вещества в воде различных по типу озер Карелии // Органическое вещество и биогенные элементы в водах Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 111–123.

Харкевич Н. С., Сабылина А. В., Басов М. И. и др. Абиотические факторы среды и первичная продукция водоемов бассейна р. Ковды // Гидробиол. журн. Киев, 1984. Т. XX, вып. 5. С. 16–24.

Эволюция круговорота фосфора и эвтрофирование природных вод / Под ред. К. Я. Кондратова, И. С. Коплан-Дикс. Л.: Наука, 1988. 204 с.

Эмануэль Н. М., Кнорре Д. Г. Курс химической кинетики. М.: Высшая школа, 1974. С. 181–190.

Lozovik P. A. Transformation of organic matter and nutrients in lakes Ladoga and Onego // Prosseding of the Fourth International Lake Ladoga Symposium 2002. Joensuu, 2003. P. 68.

Schelske C. L. Silica and nitrate depletion as related to rate of eutrophication in Lakes Michigan, Huron and Superior // Creat Lakes Res. Divis. Collected Repr. 1976. Vol. 5. P. 160–181.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лозовик Петр Александрович
зав. лаб. гидрохимии и гидрогеологии, д. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Рыжаков Александр Вадимович
старший научный сотрудник, к. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: ryzhakov@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Сабылина Альбина Васильевна
старший научный сотрудник, к. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Lozovik, Pyotr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Ryzhakov, Aleksandr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ryzhakov@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Sabylina, Al'bina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 29–34

УДК 574.632: [556.114: 544.354: 622] (470.22)

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ БИОТЫ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИОННОГО СОСТАВА ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. М. Калинкина, Т. А. Чекрыжева, Т. П. Куликова, А. В. Рябинкин

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Поступление техногенных вод Костомукшского ГОКа в водоемы системы р. Кенти вызвало различную реакцию водных сообществ. Наибольшую устойчивость проявил фитопланктон, в то время как стенобионтные формы зоопланктона и зообентоса исчезали при незначительном уровне загрязнения. Эврибионтные представители зоопланктона, имеющие широкие толерантные диапазоны к спектру природных факторов среды, оказались наиболее устойчивыми и к действию антропогенного фактора. Причиной их высокой устойчивости к минеральному загрязнению является адаптация к условиям жизни во временных континентальных водоемах. Разнонаправленная реакция водных организмов на действие техногенных вод нашла подтверждение в результатах токсикологических экспериментов.

Ключевые слова: горнорудное производство, ионный состав воды, фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос, толерантность.

N. M. Kalinkina, T. A. Chekryzheva, T. P. Kulikova, A. V. Ryabinkin. PATTERNS IN THE RESPONSE OF THE BIOTA OF KARELIAN LAKES TO CHANGES IN THE ION COMPOSITION UNDER THE IMPACT OF MINING MILL WASTEWATERS

Wastewater discharges from the Kostamuksha mining and ore concentration mill caused different responses from aquatic communities. Phytoplankton was the most resistant, whereas the stenobiotic species of zooplankton and zoobenthos disappeared at a low level of pollution. Eurybiotic zooplankton species, which are tolerant of a wide range of environmental factors, proved to be highly tolerant also of the human impact. The adaptation of eurybiotic species to conditions in the temporary waterbody resulted in their high tolerance of the mineral pollution. The different responses of aquatic organisms to the influence of the wastewaters is confirmed by toxicological experiments.

Key words: mining and ore concentration mill, ion composition of the water, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos, tolerance.

Введение

На севере Карелии располагается железорудный Костомукшский горно-обогатительный комбинат (ГОК), крупнейший в северо-западном регионе России. Отходы комбината отводятся в искусственный водоем – хвостохранилище, а затем в озера системы р. Кенти. С момента пуска в 1982 г. возрастает техногенная нагрузка обогатительной фабрики на окружающую среду. В 1982–1993 гг. объем поступающих техногенных вод из хвостохранилища в озерно-речную систему составлял около 2 млн м^3 в год. Начиная с 1994 г. и по настоящее время объемы

поступления техногенных вод в систему р. Кенти возросли до 9–22 млн м^3 в год. В результате загрязнения в водоемах системы нарушился ионный состав воды, которая превратилась из слабоминерализованной гидрокарбонатно-кальциевой в сульфатно-калиевую воду повышенной минерализации [Лозовик, Калмыков, 2007]. Загрязнение водоемов системы р. Кенти вызвало глубокую трансформацию в сообществах водных организмов. Цель настоящих исследований – выявить особенности реакции водных сообществ на изменение ионного состава водной среды. Задачи, которые решали для достижения цели: изучить динамику сообществ фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса в условиях нарастания минерального загрязнения; провести биотестирование техногенной воды Костомукшского ГОКа для различных видов ракообразных.

Материал и методы

Полевые исследования. Наблюдения проводили на озерах системы р. Кенти: Окуневое, Куроярви, Поппалиярви, Юриккоярви, Койвас, Кенто, Ломозеро, Юлиярви и Алоярви (63–66° с. ш.). Пробы фитопланктона (85 проб), зоопланктона (119 проб) и макрозообентоса (720 проб) отбирали в 1981–2008 гг. в летний сезон (июль – август). Пробы макрозообентоса отбирали дночерпателем Экмана-Берджа (площадь захвата 225–300 см^2) и промывались через сито с диаметром пор 0,3–0,5 мм. Обработка проб осуществлялась по общепринятым методикам [Методика изучения…, 1975].

Экспериментальные исследования. В токсикологических экспериментах изучали токсичность техногенной воды Костомукшского ГОКа для водных животных по методике [Строганов, 1971]. Для этой цели в качестве тест-объекта использовали ракообразных из отряда Amphipoda *Gmelinoides fasciatus* Stebbing. Этот вид относительно недавно вселился в водоемы Карелии, в частности, в Онежское озеро и быстро освоил всю литоральную зону этого водоема [Березина, Панов, 2003]. Для опытов из Петрозаводской губы Онежского озера отлавливали молодых рачков *G. fasciatus*, размеры которых не превышали 2,5 мм. В другой серии экспериментов изучали раздельное действие растворов нитрата калия, хлорида натрия, хлорида кальция и сульфата магния на выживаемость рачков. Все растворы готовили в пересчете на катионы. Среднесмертельные концентрации (CL_{50}) катионов определяли табличным методом [Коросов, Калинкина, 2003].

Результаты и обсуждение

Фитопланктон. В фитопланктоне озер системы р. Кенти насчитывается 177 видов водорослей из 8 систематических отделов: Bacillariophyta – 68 (38 %), Chlorophyta – 41 (23 %), Chrysophyta – 28 (16 %), Cyanophyta – 12 (7 %), Cryptophyta – 8 (5 %), Euglenophyta – 11 (6 %), Dinophyta – 8 (5 %), Xanthophyta – 2 (1 %). Соотношение систематических групп фитопланктона в разных озерах системы зависит от степени их минерального загрязнения (табл. 1). В первые годы исследований (1987–1999 гг.) основную долю численности и биомассы фитопланктона в озерах составляли диатомовые водоросли [Чекрыжева, 1995; Вислянская, 2007]. В последующий период, начиная с 2001 г., в озерах возрастают концентрации азотистых веществ [Лозовик, Калмыков, 2007], что привело к возрастанию видового разнообразия фитопланктона, в составе которого возросли доли динофитовых, зеленых, синезеленых и эвгленовых водорослей. В 2003–2008 гг. в выше расположенных водоемах системы наблюдалось возрастание численности мелкоразмерных видов зеленых водорослей: до 20 % в 2003 г. и до 70 % в 2008 г. – в оз. Окуневом; до 25 % в 2003 г. и до 90 % в 2008 г. – в оз. Поппалиярви. В оз. Окуневом преобладали виды водорослей из класса хлорококковых (р. *Monoraphidium*), а в оз. Поппалиярви – из класса вольвоксовых (р. *Phacotus*).

Таблица 1. Межгодовая изменчивость численности и биомассы суммарного фитопланктона и диатомовых водорослей в озерах системы р. Кенти в 1987–2008 гг.

Озеро	Год	Диатомовые		Суммарная	
		Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Окуневое	1987	52,1	0,073	195,8	0,178
	1994	132,5	0,096	398,0	0,448
	2003	13,8	0,013	113,5	0,139
	2008	122,5	0,076	442,5	0,113
Поппалиярви	1987	1211,2	0,809	1354,3	0,942
	1994	44,1	0,058	87,4	0,127
	1996	102,5	0,063	402,5	0,32
	2003	50,0	0,037	230,0	0,401
	2008	90,0	0,081	2455	1,845
Койвас	1987	587,0	0,550	664,9	0,675
	1994	54,9	0,067	200,0	0,408
	1996	23,8	0,0206	227,5	0,164
	1999	46,0	0,036	156,0	0,100
	2003	17,5	0,003	167,5	0,174
	2008	65,0	0,026	185,0	0,157
Кенто	1987	93,0	0,150	224,8	0,246
	1994	33,7	0,045	161,7	0,267
	1996	17,9	0,012	101,7	0,283
	2003	37,5	0,044	75,0	0,197
	2008	120,0	0,066	287,5	0,246

Таким образом, за 20 лет наблюдений видовой состав фитопланктона озер системы р. Кенти принципиальных изменений не претерпел,

основу флористического списка, как и в прежние годы, составляют диатомовые, зеленые и золотистые водоросли. Отмечены изменения в соотношениях количественных характеристик систематических групп фитопланктона, которые свидетельствуют о начавшейся перестройке в сообществах озер. Эти изменения вызваны усилением антропогенного воздействия на экосистемы водоемов, в частности, вследствие повышения содержания калия, общего фосфора и азота в воде, а также общего уровня минерализации.

Зоопланктон. Представители сообщества зоопланктона проявили резко различающуюся реакцию на поступление техногенных вод в озера системы Кенти. За период исследований (1981–2001 гг.) в составе зоопланктона водоемов системы р. Кенти выявлено 69 таксонов, в том числе Cladocera – 27, Copepoda – 18, Rotatoria – 24. В 1981 г., до начала работы комбината, численность и биомасса зоопланктона в озерах системы р. Кенти варьировали в пределах 4,5–61,3 тыс. экз./м^3 и 0,15–6,06 г/м^3. Основной фон практически во всех озерах создавался за счет коловраток *Asplanchna* sp., *Kellicottia longispina* (Kellicott 1879), а также таких рачков, как *Thermocyclops oithonoides* (Sars 1863), *Daphnia cristata* Sars 1862, *Bosmina kessleri* (Uljanin 1872), *Bosmina obtusirostris* Sars 1862. В качестве субдоминантов были отмечены *Mesocylops leuckarti* (Claus 1857) и *Cyclops scutifer* Sars 1863. Практически на всех станциях были обнаружены *Bipalpus hudsoni* (Imhof 1891), *Eudiaptomus gracilis* Sars 1863, *Heterocope appendiculata* Sars 1863, *Holopedium gibberum* Zaddach 1855, *Leptodora kindtii* (Focke 1844) и *Polyphemus pediculus* (Linne 1778). Их численность варьировала в пределах 10–1000 экз./м^3. На большинстве станций присутствовал *Bythotrephes longimanus* Leydig 1860, численность которого не превышала 10 экз./м^3. Все обнаруженные виды входят в состав комплекса видов зоопланктона, типичных для водоемов северо-западного региона Карелии.

Начиная с 1992 г. в верхних озерах системы р. Кенти в катионном составе стали преобладать ионы калия, среди анионов – сульфаты [Лозовик, Калмыков, 2007]. К 2001 г. в озерах Окуневом, Куроярви и Поппалиярви (верхнее течение р. Кенти) численность и биомасса зоопланктона снизились в 10–100 раз и составили, соответственно, 0,5–4,5 тыс. экз./м^3 и 0,012–0,16 г/м^3. Отмеченная обратная связь между суммой ионов и численностью, биомассой зоопланктона в озерах Окуневом, Поппалиярви (коэффициенты корреляции от –0,8 до –0,9, достоверные при $p < 0,01$) указывает на их тесную зависимость от степени загрязнения озер.

Различные виды зоопланктона проявили противоположную реакцию на минеральное загрязнение: одни виды исчезали из озер при небольших уровнях загрязнения, другие – повышали свою численность. Объяснить причины разной реакции видов зоопланктона на минеральное загрязнение можно, если обратиться к истории формирования их адаптаций в пресных водах, т. е. применить эволюционный подход. Согласно гипотезе о разных сроках вселения гидробионтов в пресные воды [Alekseev, Starobogatov, 1996], виды делятся на давно вселившиеся в пресные воды (палеолимнические), в более поздние сроки (мезолимнические) и относительно недавно (неолимнические). По мере освоения пресных вод виды заселяли сначала глубоководные озера с постоянным газовым, солевым и температурным режимом, затем небольшие озера и, наконец, пересыхающие мелкие водоемы. При этом у пресноводных видов вырабатывались все более глубокие адаптации к переживанию действия неблагоприятных факторов, свойственных временным водоемам (пересыхание, промерзание). Наибольшая степень адаптации характерна для палеолимнических форм, способных выживать даже в пересыхающих лужах. Адаптации к высыханию водоемов, нестабильности температурного и солевого режимов, наличию вредных газов (сероводород) мы рассматриваем как преадаптации к антропогенному фактору [Калинкина, Куликова, 2009].

По мере нарастания минерального загрязнения в водоемах системы р. Кенти первыми исчезли представители мезолимнической группы – виды семейств Cercopagidae, Leptodoridae, Holopedidae (табл. 2). Они никогда не встречаются во временных водоемах и не выводятся из сухих илов. Вследствие относительно недавнего вселения в пресные воды эти виды населяют только глубоководные непересыхающие водоемы и формирует латентные яйца, которые не способны выживать в условиях замерзания и пересыхания водоемов.

Виды палеолимнических семейств (Diaptomidae и Temoridae) – *E. gracilis* и *H. appendiculata* – исчезали из озер при существенно более высоких уровнях минерального загрязнения, чем предыдущие. Наибольшую устойчивость к минеральному загрязнению в изучаемых водоемах демонстрируют палеолимнические семейства ракообразных Daphniidae, Bosminidae, Cyclopidae, а также представители класса Rotatoria, имеющие пресноводное происхождение [Кутикова, 1970].

Таблица 2. Численность различных групп зоопланктона в оз. Поппалиярви в 1981–2001 гг., тыс. экз./м^3

Группа	1981	1984	1987	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001
Rotatoria	12,1	11,4	2,1	0,08	0,2	0,8	0,2	4,4	0,1	0,01	0,03	0,02
Cyclopidae	12,1	24,1	2,2	0,06	1,1	0,7	4,1	2,6	1,5	0,3	0,1	0,7
Daphniidae	5,3	6,0	2,8	3,5	0,5	3,0	1,3	0,1	0,5	0,07	0,2	0,03
Bosminidae	22,1	1,9	3,8	0,2	0,5	0,6	0,08	34,4	1,7	0,2	0,1	0
Diaptomidae	0,1	1,2	0,3	7,4	1,4	0,9	0,06	0,04	0,01	0	0	0
Temoridae	0,2	0,1	0,3	0,4	0,03	0	0	0	0	0	0	0
Holopedidae	0,04	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptodoridae	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polyphemidae	0	0,03	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
Sididae	0,03	0,7	0,02	0,4	0,04	0,04	0	0,1	0,01	0	0	0
Cercopagidae	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chydoridae	0	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Науплии Cyclopoida	0,2	0,4	0	0,04	0,01	0	0,02	0,5	0,05	0,02	0	0,2
Науплии Calanoida	0,3	0,5	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,2	0,03	0,01	0,1
Общая численность	52,5	46,5	12,4	12,5	4,0	6,4	5,9	43,0	4,1	0,6	0,4	0,6

Макрозообентос. Структура озерных бентоценозов системы р. Кенти по материалам 1980–1981 гг. была типична для большинства озер бассейна р. Кеми. В составе донной фауны были отмечены 95 таксонов различного ранга из 24 систематических групп. Руководящее ядро бентоценозов формировали три основные группы – Chironomidae, Oligochaeta и Mollusca [Рябинкин, 2003]. Численность и биомасса сообществ макрозообентоса варьировали в пределах 1,2–2,3 тыс./м^2 и 0,69–2,73 г/м^2 .

Техногенные воды Костомукшского ГОКа, поступающие в водоемы озерно-речной системы Кенти, оказали существенное влияние на видовой состав, структурные и количественные параметры популяций бентоценозов (табл. 3). В результате поступления высокоминерализованных вод количество видов макробентоса сократилось вдвое – с 116 в 1980–1985 гг. до 57 в 1992–1994 гг. В частности, видовое разнообразие Chironomidae – наиболее хорошо изученной в систематическом отношении группы, доминирующей в бентоценозах всех озер системы, – сократилось с 51 вида в 1981 г. до 14 в 2008 г. В последние годы в верхних озерах системы, в большей степени испытывающих влияние сточных вод, доминирующее положение занимают эврибионтные виды хирономид рода Procladius (*P. ferrugineus*, *P. choreus*) – от 25,0 % (оз. Поппалиярви) до 36,2 % (оз. Окуневое) от общей численности. По мере нарастания минерального загрязнения в бентоценозах заметно возрастает доля Mollusca. По численности она составляла: в 1981 г. – 6 %, в 1987 – 8, в 1994 г. – 39, 1997–1999 гг. – 49, в 2000 г. – 47%, по биомассе, соответственно, в 1981 г. – 22 %, в 1987 – 29, в 1994 г. – 62, 1997–1999 гг. – 64, а в 2000 г. – 71 %. Вместе с тем сокращалась доля Oligochaeta вплоть до полной их элиминации в озерах Окуневом и Поппалиярви.

Токсикологические эксперименты. Вода хвостохранилища характеризуется специфическим составом, а именно, чрезвычайно высоким содержанием калия (до 150 мг/л) при относительно низких концентрациях натрия, кальция и магния (10–20 мг/л). В неразбавленной воде гибель *G. fasciatus* произошла в первый же день опыта, что позволяет оценить воду хвостохранилища для этого вида как высокотоксичную. В двукратном разведении тех-

Таблица 3. Межгодовая динамика средних количественных и структурных характеристик макрозообентоса озер системы р. Кенти

Год	N	B	$\%N_{Ch.}$	$\%N_{Ol.}$	$\%N_{Biv.}$	H	J
1981	1633 ± 220	1,29 ± 0,19	49	13	7	4,86	72,63
1987	1663 ± 455	0,80 ± 0,17	67	6	7	3,97	68,14
1992	452 ± 54	0,38 ± 0,06	51	14	28	3,73	66,29
1993	797 ± 78	0,64 ± 0,09	58	21	14	3,56	66,39
1994	319 ± 41	0,39 ± 0,06	50	9	37	3,51	60,17
1995	836 ± 217	0,81 ± 0,26	50	2	13	3,35	63,73
1996	624 ± 69	1,15 ± 0,18	58	15	22	3,74	67,05
1997	359 ± 49	0,85 ± 0,12	35	6	48	2,75	52,23
1999	684 ± 48	1,49 ± 0,17	44	4	49	2,64	49,25
2000	722 ± 39	1,94 ± 0,14	48	2	47	2,22	42,16
2003	1232 ± 145	2,78 ± 0,78	56	2	38	2,87	56,76
2008	1304 ± 336	1,44 ± 0,25	61	0,1	30	3,05	71,24

Примечание. N – средняя численность, экз./м^2; %N – относительная численность (Chironomidae, Oligochaeta, Bivalvia); B – средняя биомасса, г/м^2; H – индекс Шеннона, бит/экз.; J – индекс выравненности, %.

ногенной воды рачки погибали на 4 сутки опыта. В 5-кратном и 10-кратном разведениях на 19 сутки выжило 50 % и 80 % рачков, соответственно. Выживаемость амфипод в контрольном варианте была 100 %. В отдельных опытах при суточной экспозиции для вида *G. fasciatus* были определены величины среднесмертельных концентраций (CL_{50}) основных катионов, содержащихся в техногенной воде. Величина CL_{50} ионов калия составила 103 (75–134) мг/л; ионов кальция – 1075 (793–1380) мг/л; ионов натрия – 1290 (930–1690) мг/л; ионов магния – 1630 (1190–2110) мг/л (концентрации даны в пересчете на катионы; в скобках указаны границы доверительного интервала). Следовательно, из всех катионов наиболее токсичными для *G. fasciatus* оказались ионы калия, основного компонента техногенной воды.

В более ранних исследованиях [Калинкина, 2010] было показано, что в 30-дневных опытах вода хвостохранилища не вызывает гибели дафний *Daphnia magna* Straus. Вид *Ceriodaphnia affinis* Lillijeborg оказался более чувствительным, чем вид *D. magna.* В 10-суточном опыте выживаемость цериодафний в неразбавленной воде хвостохранилища составила 40 %, в двукратном разбавлении – 60 %, в пятикратном – 67 %, в десятикратном – 87 %. Из трех видов ракообразных бокоплав *G. fasciatus* проявил наименьшую резистентность к действию техногенных вод Костомукшского комбината.

Таким образом, различные представители ракообразных в токсикологических опытах проявили широкий спектр реакций на действие воды хвостохранилища: от полного выживания (вид *D. magna*) до быстрой гибели (вид *G. fasciatus*). Экспериментальные данные хорошо согласуются с результатами полевых наблюдений, которые свидетельствуют о глубоких перестройках водных сообществ за счет вымирания чувствительных и выживания резистентных видов.

Выводы

1. Наибольшая устойчивость к минеральному загрязнению характерна для фитопланктона, в котором возросла доля мелкоразмерных видов водорослей (зеленых, динофитовых, синезеленых). Представители сообществ зоопланктона и зообентоса проявили широкий спектр реакций на поступление техногенных вод Костомукшского ГОКа. Одни виды исчезали при незначительном уровне загрязнения, другие – находили благоприятные условия для развития даже при высоких концентрациях калия (основного компонента техногенных вод).

2. Толерантность различных видов зоопланктона к минеральному загрязнению связана с историей их становления в пресноводных экосистемах. В изученных водоемах выживали палеолимнические виды, историческая адаптация которых к условиям жизни во временных континентальных водоемах послужила базой их высокой устойчивости к минеральному загрязнению. Отсутствие этих адаптаций у мезолимнических видов не позволило выдержать экстремально высокое антропогенное воздействие, что привело к их исчезновению.

3. Разнонаправленная реакция водных организмов на действие техногенных вод, наблюдаемая в полевых исследованиях, нашла подтверждение в токсикологических экспериментах. Наиболее устойчивым оказался вид *Daphnia magna*, который выживал в техногенных водах в течение месяца. Меньшую устойчивость проявил вид *Ceriodaphnia affinis*, выживаемость которого в техногенной воде составила 40 %. Рачки *Gmelinoides fasciatus* погибали в воде хвостохранилища в течение суток, что позволяет охарактеризовать ее как высокотоксичную для данного вида.

Выражаем благодарность В. В. Аглетдинову за помощь при проведении биотестирования техногенных вод Костомукшского ГОКа.

Литература

Березина Н. А., Панов В. Е. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро // Зоол. журн. 2003. Т. 82, № 6. С. 731–734.

Вислянская И. Г. Фитопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 112–155.

Калинкина Н. М., Куликова Т. П. Эволюционная обусловленность реакции гидробионтов на изменение ионного состава воды (на примере пресноводного зоопланктона) // Изв. РАН. Серия биологическая. 2009. № 2. С. 243–248.

Калинкина Н. М. Использование тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* Lillijeborg при биотестировании техногенных вод горнорудного производства // Водная среда: обучение для устойчивого развития. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. С. 48–52.

Коросов А. В., Калинкина Н. М. Количественные методы экологической токсикологии. Методическое пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 53 с.

Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука, 1970. 744 с.

Лозовик П. А., Калмыков М. В. Химический состав воды озерно-речной системы р. Кенти // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 106–112.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Отв. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.

Рябинкин А. В. Макрозообентос водоемов бассейна р. Кеми (Карелия) и его динамика в условиях антропогенного влияния: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 25 с.

Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. С. 14–60.

Чекрыжева Т. А. Фитопланктон озер системы р. Кенти // Влияние техногенных вод горнообогатительного комбината на водоемы системы р. Кенти. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1995. С. 68–79.

Alekseev V. R., Starobogatov Ya. I. Types of diapause in Crustacea: definition, distribution, evolution // Hydrobiologia. 1996. Vol. 320. P. 15–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Калинкина Наталия Михайловна
зав. лабораторией гидробиологии, д. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: kalina@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Чекрыжева Татьяна Александровна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Tchekryzheva@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Куликова Тамара Павловна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
тел.: (8142) 576520

Рябинкин Александр Валентинович
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Sorbus08@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Kalinkina, Natalia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kalina@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Chekryzheva, Tatyana
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Tchekryzheva@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Kulikova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel.: (8142) 576520

Ryabinkin, Aleksandr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Sorbus08@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 35–41

УДК 556.114.7: 556.55

РОЛЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Н. А. Белкина

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Дана количественная оценка накопления и трансформации органических веществ и биогенных элементов в озерных донных отложениях на примере осадков 100 озер Карелии. Установлено, что аккумуляция органического вещества и азота органического в донных отложениях соответствует трофическому статусу водоема и закономерно увеличивается от олиготрофного типа к эвтрофному, тогда как в распределении фосфора не наблюдается отличий. Поглощение кислорода донными отложениями и интенсивность потоков на границе вода – дно также зависят от уровня трофии водоемов.

Ключевые слова: донные отложения, органическое вещество, биогенные элементы.

N. A. Belkina. ROLE OF SEDIMENTS IN THE PROCESSES OF TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS IN LAKE ECOSYSTEMS

The quantitative assessment of accumulation and transformation of organic substances and nutrients in lake sediments was carried out through comparative analysis of data on 100 lakes of Karelia. We found that accumulation of organic matter and nitrogen in the sediments agrees with the trophic status of the lake, and naturally increases from the oligotrophic to the eutrophic type, whereas no differences were observed in the distribution of phosphorus. Oxygen absorption by sediments and the intensity of the flux at the water-sediments boundary depends on the trophic status of the lake.

Key words: sediments, organic matter, nutrients.

Введение

Донные отложения являются природной биогеохимической барьерной зоной, играющей важную роль в процессах передачи вещества и энергии в водных экосистемах. Донные осадки формируются в результате оседания на дно водоема твердых частиц разного генезиса. В процессе седиментации эти частицы подвергаются сложному совокупному воздействию физических, химических и биологических факторов, действие которых продолжается и после осаждения частиц на дно. Основная роль донных отложений в экосистеме водоема сводится к изъятию вещества из воды вследствие его седиментации и возврату определенной части этого вещества в водоем в результате диагенетических процессов в минеральных формах. Иными словами, донные отложения, с одной стороны, избавляют экосистему водоема от избытка органического вещества, с другой стороны, поставляют ресурсы, необходимые продуцентам.

Определяющую роль в функционировании экосистемы водоема играют химические

элементы, входящие в состав живого вещества (C, N, P, O). Наиболее важными процессами, протекающими в донных отложениях и оказывающими влияние на состояние экосистемы, являются процессы разложения органического вещества, потребления кислорода и поступления биогенных элементов в водную массу озера. В отличие от водного раствора реакции в осадках протекают медленно, в связи с более низкими температурами и гетерогенностью системы равновесие устанавливается не сразу, а за более длительный промежуток времени. На трансформацию вещества в донных отложениях оказывают влияние физико-географические условия среды осадкообразования, скорость осадконакопления, минералогический и химический состав абиогенного материала, количественный и качественный состав органического вещества, поступающего в донные отложения, и деятельность донных организмов, участвующих в процессе его трансформации.

Целью данной работы является установление закономерностей процессов накопления и трансформации органического вещества и биогенных элементов в донных отложениях разнотипных озер Карелии.

Объекты и методы исследования

В работе использованы данные коллекции ИВПС КарНЦ РАН (1965–2009 гг.) по химическому составу донных отложений 98 озер Карелии с площадью более 1 км^2 и до 100 км^2, а также больших озер – Онежского и Ладожского. Особенности накопления органического вещества (ОВ) и биогенных элементов в донных отложениях изучались на водоемах, отличающихся трофическим статусом, гидрологическими и морфометрическими характеристиками, разными покровными породами и площадями водосборов.

Отбор проб донных отложений осуществлялся поршневой трубкой (модифицированный вариант стратометра Алексона [Håkanson, Jansson, 1983]). В пробах измерялись величины pH и Eh [Семенов, 1977], толщина окисленного слоя оценивалась визуально. В образцах натуральной влажности определялись: естественная влажность, пористость и удельная масса [Аринушкина, 1970], потребление кислорода илом (ПК) (экспозиция в течение суток, скляночный метод), аммонийный азот, железо общее, марганец и минеральный фосфор ($P_{лаб}$ – экстракция из сухого грунта персульфатом аммония и $P_{мин}$ – экстракция из влажного грунта в кислой среде), растительные пигменты (Chl *a, b, c*) и феофитин. В воздушно-сухих образцах – потери при прокаливании (П.П.П.), азот органический ($N_{орг}$) (метод Кьельдаля) и фосфор общий ($P_{общ}$), органический углерод ($C_{орг}$) [Аринушкина, 1970].

Оценку потребления кислорода донными отложениями Ладожского и Онежского озер (где концентрация кислорода в придонном слое воды почти не меняется в течение года), наряду с указанным выше методом, также проводили расчетным методом: $F = -(D_0 \cdot k \cdot C_0 \cdot z^{-1}) ln(C_z \cdot C_0^{-1}) + V \cdot C_0$, где F – поток кислорода в донные отложения, D_0 – коэффициент диффузии O_2, k – пористость, z – мощность окисленного слоя, C_0 и C_z – концентрации O_2 на поверхности и на глубине z, V – скорость осадконакопления [Мизандронцев, 1990].

Поступление вещества из донных отложений в воду (внутренняя нагрузка) было рассчитано балансовым методом [Игнатьева, 2002]: $J = J_S - J_B$, $J_i = C_i \cdot M_{уд} \cdot V$, где J_S – поток седиментации; J_B – поток захоронения; C_i – концентрация элемента в донных отложениях (для J_s – в поверхностном, для J_B – на глубине ~10 см); $M_{уд}$ – удельная масса осадка; V – скорость осадконакопления. Последнюю вычисляли по формуле: $V = (\rho_S - \rho) \cdot g \cdot d^2 \cdot \mu^{-1} \cdot 18^{-1}$, где ρ_S, ρ – плотность донных отложений и воды, соответственно; d – размер частиц, $g = 9{,}8$ м $\cdot$ с$^{-2}$; μ – вязкость воды [Håkanson, Jansson, 1983].

Удерживающая способность донных отложений оценивалась по относительному изменению концентрации элемента с глубиной R: $R = (C_0 - C_z)/C_0$ и коэффициенту аккумуляции K: $K = C_z/C_0$.

Скорость аэробной деструкции ОВ в поверхностном слое донных отложений определялась по уравнению распада ОВ планктона в кислородных условиях (на 106 атомов C требуется 138 молекул O_2) [Дривер, 1985].

Результаты и обсуждение

Донные отложения озер Карелии в основном представлены тремя типами осадков: песчано-гравийными, отлагающимися в зоне литорали, глинистыми грунтами и илами (преобладающий тип). Донные отложения зон аккумуляции исследованных озер в основном относятся к минеральным илистым осадкам со средним содержанием в них: $C_{орг}$ – 12 %, $N_{орг}$ – 1 %, $P_{общ}$ – 0,19 %, Fe – 2 %, Mn – 0,4 % (здесь и далее химический состав рассчитан на воздушно-сухой вес осадка). Сопоставление данных для водоемов разного трофического уровня показало, что накопление ОВ и $N_{орг}$ в донных отложениях соответствует трофическому статусу озер и закономерно увеличивается от олиготрофно-

го типа к эвтрофному (табл. 1). Максимальное содержание ОВ обнаружено в высокогумусных водоемах эвтрофного типа с гидрокарбонатным классом вод группы кальция. Такая картина наблюдается в темно-зеленых детритных илах мелководных озер, к примеру, оз. Сарозеро, где содержание $C_{орг}$ достигает 28 %, $N_{орг}$ – 2 %. Минимальное содержание ОВ в донных отложениях обнаружено в олиготрофных мезогумусных слабощелочностных слабокислых озерах с гидрокарбонатным классом вод группы кальция и натрия. К примеру, в оз. Сундозеро $C_{орг}$ – 1,3 %, $N_{орг}$ – 0,1 %.

Таблица 1. Средние значения содержания ОВ и биогенных элементов в иловых отложениях озер Карелии, %

Тип водоема	Число озер	$C_{орг}$	ОВ	$N_{орг}$	N_{NH4}^{+}	$P_{лаб}$	$P_{общ}$
Олиготрофные	23	8	18	0,7	0,03	0,04	0,22
Мезотрофные	48	12	22	1,0	0,03	0,04	0,17
Эвтрофные	27	15	28	1,4	0,03	0,04	0,22

Отличий в распределении $P_{лаб}$ и $P_{общ}$ в озерах разной трофии не наблюдается. Причиной этого, вероятно, является высвобождение и поступление обратно в воду фосфатов, сорбированных на гидроксидах Fe(III), которые в бескислородных условиях восстанавливаются до подвижных форм Fe(II).

Органические вещества, приносимые с водосбора и образующиеся в самом водоеме в результате жизнедеятельности животных и растительных организмов, прежде чем поступить в донные отложения, подвергаются различным физико-химическим и биологическим превращениям в водной толще. Степень трансформации определяется рядом абиотических (гидрологических, геологических, гидрохимических) и биотических факторов. Взвеси, поступающие в донные отложения эвтрофных озер, судя по составу поверхностного 0–3 мм слоя осадка, отличаются высоким содержанием ОВ и биогенных элементов по сравнению с поверхностными взвесями мезотрофных озер (табл. 2). Доля $P_{мин}$ составляет 50–80 % от $P_{общ}$, а концентрации железа и марганца изменяются в пределах от 5 до 6,5 % и 0,3–0,4 %, соответственно, за исключением оз. Шотозеро (Fe – 1,9 %) и оз. Укшезеро (Mn – 0,8 %).

Содержание ОВ в поверхностном турбидированном «живом» слое донных отложений (0–5 см) эвтрофных озер было закономерно выше, чем в осадках мезотрофных озер (табл. 2). Растительные пигменты были представлены в основном продуктом разрушения хлорофилла – феофитином (рис. 1). Максимальные концентрации ОВ, биогенных элементов, растительных пигментов (Σ Chl *a, b, c* 700–420 мкг/г), высокие значения потребления кислорода (1,8–2,8 мг O_2/г в сутки) и самые низкие величины pH (5,5–5,7) были зафиксированы в донных отложениях эвтрофных озер Вохтозеро и Пелдожское, а минимальные – в оз. Шотозеро (П.П.П. – 9,9 %, Σ Chl *a, b, c* 67 мкг/г, ПК 0,3 мг O_2/г в сутки). Удерживающая способность донных отложений в слое 0–5 см различается мало по отношению к углероду, азоту и фосфору для эвтрофных и мезотрофных озер. В то же время более глубокие слои (14–15 см) донных отложений эвтрофных озер показали большую удерживающую способность к этим элементам по сравнению с осадками мезотрофных водоемов (табл. 2). Наименьшей удерживающей способностью (минимальные значения *K*

Таблица 2. Содержание $C_{орг}$, П.П.П. и биогенных элементов (%) в донных отложениях, коэффициент аккумуляции (*K*), удерживающая способность осадков (*R*)

Озеро	см	$C_{орг}$			П.П.П.			$P_{мин}$			$P_{общ}$			$N_{орг}$		
		%	*K*	*R*	%	*K*	*R*	%	*K*	*R*	%	*K*	*R*	%	*K*	*R*
Пелдожское	0–0,3	14,9			37,0			0,36			0,43			1,22		
	0–5	13,9	0,9	0,07	35,3	0,9	0,05	0,32	0,9	0,14	0,40	0,9	0,07	0,95	0,8	0,22
	20–21	11,8	0,8	0,21	33,0	0,9	0,11	0,30	0,8	0,17	0,48	1,1	–0,12	0,61	0,5	0,50
Вохтозеро	0–0,3	17,9			41,8			0,17			0,47			1,05		
	0–5	14,2	0,8	0,21	39,4	0,9	0,06	0,15	0,9	0,13	0,24	0,5	0,49	1,08	1,0	–0,03
	14–15	16,2	0,9	0,09	37,8	0,9	0,10	0,11	0,6	0,35	0,21	0,3	0,55	0,99	0,9	0,06
Укшезеро	0–0,3	4,0			15,0			0,13			0,22			0,18		
	0–5	3,5	0,9	0,12	12,8	0,9	0,14	0,13	1,0	0,00	0,23	1,05	–0,05	0,27	1,5	–0,50
	14–15	3,4	0,8	0,15	11,4	0,8	0,24	0,06	0,5	0,54	0,08	0,4	0,63	0,32	1,8	–0,78
Вендюрское	0–0,3	11,5			31,7			0,10			0,15			0,73		
	0–5	10,8	0,9	0,06	30,1	0,9	0,05	0,08	0,8	0,20	0,11	0,7	0,27	0,68	0,9	0,07
	13–14	2,2	0,2	0,81	12,4	0,4	0,61	0,04	0,4	0,60	0,04	0,3	0,73	0,27	0,4	0,63
	27–30	2,6	0,2	0,78	7,54	0,2	0,76	0,06	0,6	0,40	0,06	0,4	0,60	0,28	0,4	0,62
Шотозеро	0–0,3	6,2			12,5			0,07			0,13			0,15		
	0–5	5,0	0,8	0,19	9,9	0,8	0,21	0,08	1,1	–0,14	0,10	0,8	0,23	0,14	0,9	0,07
	14–15	4,3	0,7	0,30	7,1	0,6	0,43	0,06	0,9	0,14	0,08	0,6	0,38	0,10	0,7	0,33

и максимальные величины *R*) обладают донные отложения оз. Вендюрского, что также проявилось в образовании рудного прослоя, обогащенного железом и марганцем в области Eh-барьера. Скорости трансформации ОВ и величины потоков биогенных элементов из донных отложений в воду для эвтрофных озер были в 2–10 раз выше, чем для мезотрофных (табл. 3).

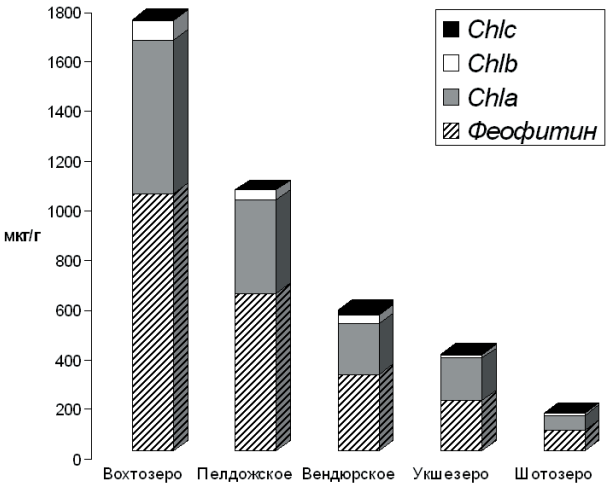


Рис. 1. Растительные пигменты в донных отложениях (0–5 см)

Таблица 3. Скорости минерализации органического вещества (C) в донных отложениях и поступление биогенных элементов (N, P) из иловых осадков в воду, скорость осадконакопления (*V*)

Озеро	C	N	P	*V*
	мг · м$^{-2}$ в сутки			мм · год$^{-1}$
Вохтозеро	54	39	31	2
Пелдожское	100	12	–	2
Вендюрское	6	5	2	0,6
Укшезеро	5	2	3	0,5
Шотозеро	6	0,4	0,4	0,2

Условия формирования донных отложений отдельных районов больших озер, прежде всего, определяются морфологией озерной котловины и объемом водной массы. Так, для Онежского озера седиментогенез в Центральном и Большом Онего контролируется механическим (гидродинамическим) барьером. По данным Н. И. Семеновича [1973], органическое вещество, оседающее на дно, переносится здесь с пелитовой фракцией (<0,01 мм). Повенецкий залив представляет собой как бы самостоятельный водоем, где принос терригенного материала очень мал. В заливах озера широко распространены илистые осадки. Для Петрозаводской губы определяющим фактором при формировании донных отложений является взвешенный сток р. Шуи. В Кондопожской губе, особенно в вершинной ее части, велик вклад антропогенной составляющей. В этом заливе состав взвесей и состав донных отложений меняется по мере удаления от ЦБК (табл. 4). В донных отложениях в вершинной части губы на площади 5 км^2 в результате поступления техногенных органических продуктов со сточными водами Кондопожского ЦБК накопилось около 200 тыс. т органических веществ. Особенности химического состава осадков, характера накопления и трансформации органических веществ донных отложений позволили условно разделить акваторию губы на три части: вершинную (I) и переходную зоны (II), а также центральный глубоководный район (III). Осадки I зоны отличаются низкими значениями Eh (до –189 мВ) и pH (до 5,2), количественным и качественным составом ОВ. Содержание $C_{орг}$ в поверхностном 5 см слое отложений достигает 38 %, $N_{орг}$ – 1 %, фенолов – 55 мкг · г$^{-1}$, лигносульфонатов – 600 мкг ·г$^{-1}$. В этой зоне наблюдаются величины ПК до 39 мг O_2 · г$^{-1}$ · сут$^{-1}$, отношения C : N до 44 и C : P до 400, а также наибольшие скорости поступления минеральных веществ из донных отложений в воду (1,3 г · м$^{-2}$ · сут$^{-1}$). ОВ донных

Таблица 4. Химический состав поверхностных взвесей (0–0,3 см) донных отложений Онежского озера (средние значения)

Район	H, м	Eh, мВ	pH	Влаж.	$C_{орг}$	П.П.П.	$N\text{-}NH_4$	$N_{орг}$	Fe	Mn	$P_{мин}$	$P_{общ}$
				%								
Большое Онего	40	363	5,9	89	5,6	8,2	0,063	0,40	5,8	1,26	0,15	0,23
	100	431	6,2	92	4,9	19,7	0,022	0,40	5,6	1,58	0,14	0,20
Центральное Онего	60	458	6,8	95	4,9	18,6	0,006	0,26	3,9	0,80	0,12	0,20
Повенецкий залив	100	572	6,5	91	4,0	13,7	0,004	0,26	5,3	0,61	0,14	0,21
Заонежский залив	26	509	6,5	89	2,2	11,8	0,004	0,33	5,4	0,73	0,12	0,14
Челмужская губа	9	145	6,6	93	3,4	11,3	0,005	0,30	5,5	0,30	0,12	0,19
Великая губа	10	265	7,0	92	5,1	17,2	0,004	0,36	4,5	0,33	0,16	0,19
Лижемская губа	46	458	7,4	93	4,7	18,5	0,009	0,36	5,4	1,42	0,11	0,19
Уницкая губа	27	502	6,7	93	4,2	16,4	0,003	0,18	5,8	1,44	0,10	0,17
Петрозаводская губа	20	303	6,7	90	4,7	14,8	0,031	0,28	5,1	0,96	0,16	0,21
Кондопожская губа												
1 км от ЦБК	15	–40	6,5	95	17,3	48,1	0,166	0,85	2,8	0,41	0,13	0,19
4 км от ЦБК	30	82	6,6	94	15,7	35,1	0,179	1,01	3,3	0,33	0,18	0,27
16 км от ЦБК	80	613	6,6	95	6,8	23,2	0,003	0,26	6,2	1,21	0,32	0,31
26 км от ЦБК	34	406	6,8	93	5,6	19,9	0,062	0,33	5,7	0,91	0,15	0,22

отложений зоны II формируется главным образом за счет седиментации мелкодисперсных взвесей сточных вод, прошедших биологическую очистку и обогащенных N, P и S. В этом районе в поверхностном 5 см слое донных отложений отмечены высокие концентрации $N_{орг}$ (до 1 %), $P_{общ}$ (до 0,3 %), $S_{общ}$ (до 0,7 %), Fe (до 7 %) и Mn (до 4 %), растительных пигментов (до 500 мкг · $г^{-1}$). В илах центрального глубоководного района Кондопожской губы (зона III) вследствие непрерывного накопления в них веществ автохтонного происхождения и трансформированных техногенных взвесей в настоящее время увеличиваются концентрации C, P и Fe [Васильева, 1986, 1990; Белкина, 2005].

Поверхностные взвеси в других районах Онежского озера имеют окисленный характер, большая часть фосфора находится в минеральной форме (>60 %) (табл. 4). Состав взвесей центральных глубоководных районов отличается более высоким содержанием азота органического. Для донных отложений Онежского озера в отличие от малых водоемов в целом характерно то, что наиболее интенсивно процессы разложения ОВ протекают в присутствии кислорода в зоне контакта осадка с надиловой водой. Коэффициент удержания C, N, P в поверхностном «живом» слое донных отложений составляет ~0,5. Так, для донных отложений Петрозаводской губы содержание ОВ и $N_{орг}$ в поверхностной взвеси центрального района (глубина 27 м) превышало его содержание в слое донных отложений 0–1 см в 2 раза, а фосфора – в 1,5. В то же время для техногенных накоплений Кондопожской губы, где процесс разложения ОВ в основном происходит в анаэробных условиях, коэффициент удержания достигал значения 0,5 только на глубине осадка 40 см (рис. 2).

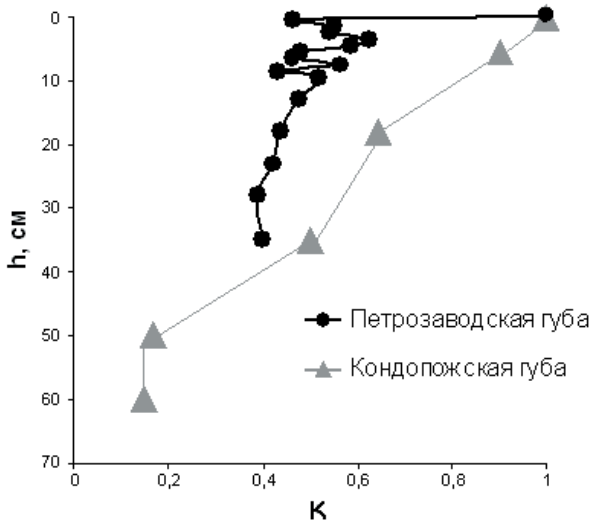


Рис. 2. Изменение коэффициента удержания ОВ с глубиной в донных отложениях Петрозаводской губы и Кондопожской губы

Процессы преобразования ОВ донных отложений требуют кислорода, источником которого являются придонные воды. Глубина проникновения растворенного кислорода в донные отложения зависит от ряда противоположно действующих факторов, среди которых наиболее существенными являются: концентрация кислорода в придонном слое воды, гранулометрический и химический состав осадков, температура, скорость осадконакопления, гидрофизические условия придонного слоя воды, численность и активность бактерий и донных беспозвоночных [Мизандронцев, 1990]. Например, для открытой части Ладожского озера мощность окисленного слоя (h_{oxic}) лежит в диапазоне от 1,5 до 4 см и увеличивается с глубиной для деклинальной и профундальной зоны и уменьшается – для ультрапрофундальной. Мощность h_{oxic} отложений в зоне развития сильных течений изменяется от 0,1 до 5 см. Мощность окисленного слоя илов, накапливающихся во впадинах залива Большое Онего (глубина залегания 100 м), варьировала от 1 до 9 см. Для района Петрозаводского Онего, обладающего ровным рельефом, слой грубозернистых осадков мощностью 3–5 см, покрывающий ледниковые и послеледниковые глины, является окисленным. В Центральном Онего, где накапливаются илистые осадки, h_{oxic} = 5–16 см. Причиной такого разброса, возможно, являются как морфометрические особенности дна исследуемых районов озер и динамическая активность их водных масс, так и размер частиц (чем крупнее частицы осадка, тем легче и глубже проникает в него кислород). В зонах максимальных скоростей осадконакопления (как правило, это прибрежные районы, испытывающие антропогенное воздействие) h_{oxic} минимальна. Например, в районе городов Питкяранты и Сортавалы (Ладожское озеро) в июне величина h_{oxic} составляла 0,5 см и 0,1 см, соответственно. В местах наибольшего загрязнения, где отмечается появление локальных анаэробных зон, h_{oxic}, по-видимому, меняется по сезонам года. Отсутствие окисленного слоя было обнаружено в Кондопожской губе (Онежское озера) на площади дна 5 $км^2$ в районе выпуска сточных вод ЦБК. По мере удаления от комбината h_{oxic} увеличивалась [Белкина, 2005; Белкина и др., 2006].

Величина h_{oxic} также зависит от скорости аэробной деструкции ОВ. Максимальные значения суточного ПК в поверхностном слое донных отложений получены в северной части Ладожского озера в Сортавальском (1,85 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$) и Питкярантском (0,9 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$) заливах, а также на глубоководных станциях открытой части (до

2,24 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$). Среднее значение ПК для пелагиальных станций в 2 раза меньше, чем для заливов, и составляет 0,6 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. Для Онежского озера значения ПК колеблются в пределах от 0,05 до 2,8 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$, наибольшие величины получены для техногенных осадков Кондопожской губы.

Максимальные значения потоков кислорода (*F*) в донные отложения, оцененные расчетным методом И. Б. Мизандронцева [1990] для стационарных условий, характерны для Сортавальского (до 2,76 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$) и Питкярантского (0,63 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$) заливов Ладожского озера. Невысокие значения *F* (0,05–0,06 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$) получены для донных отложений, залегающих в зоне активного взаимодействия водных масс на выходе из этих заливов. Среднее значение *F* для станций, расположенных в пелагиали, составляет 0,08 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$, тогда как величины *F* для центрального района озера несколько выше (0,1–0,2 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$). Минимальные их значения характерны для осадков гидродинамически активных зон озера (не больше 0,05 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$). Скорости деструкции ОВ в донных отложениях Ладожского озера имеют более высокие величины для заливов по сравнению со станциями пелагиали (табл. 5).

Таблица 5. Потребление кислорода илом (ПК), поток кислорода в донные отложения (*F*) и скорости деструкции органических веществ в донных отложениях северной части Ладожского озера ($ДОВ_1$ – рассчитанные из опытов ПК; $ДОВ_2$ – по величине *F*)

Район, глубина залегания	C : N	ПК	*F*	$ДОВ_1$	$ДОВ_2$
		г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$		г $C \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$	
Центральный район					
H = 100 м	6,3	0,14	0,10	0,04	0,03
H = 114 м	12,1	0,21	0,21	0,06	0,06
Глубоководная часть Северной Ладоги					
H = 115 м	8,5	0,86	0,08	0,24	0,02
H = 77 м	7,9	2,24	0,08	0,63	0,02
Питкярантский залив					
H = 24 м	10,7	0,93	0,63	0,26	0,18
Выход из Питкярантского залива					
H = 66 м	7,0	0,1	0,06	0,03	0,02
H = 70 м	5,5	0,8	0,08	0,22	0,02
Сортавальский залив					
H = 20 м	5,6	1,85	1,44	0,52	0,40
H = 19 м	5,9	1,41	2,76	0,40	0,77

Для Онежского озера, так же как и для Ладожского, наибольшие значения *F* получены для осадков, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию. В вершинной части Кондопожской губы значения *F* достигают 2,81 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. По мере удаления от комбината они уменьшаются и на выходе из губы близки к значениям для осадков открытого озера (для глубоководных станций залива Большое Онего – 0,12 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$). Для сравнения укажем, что в олиготрофном оз. Севан (до снижения его уровня) поглощение кислорода илами составляло 0,013–0,13 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$ [Гамбарян, 1962], в центральной части оз. Эри в летние месяцы оно было равно 0,4–2,4 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$ [Lucas, Thomas, 1971]. В работе F. R. Hayes, N. A. Mac Aulay [1959] приведены данные поглощения кислорода илами различных озер, составляющие 0,15–1 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$, в работах А. Н. Дзюбана [2010] – от 0 до 0,94 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. Как уже указывалось, потребление кислорода илами, полученное «скляночным» методом, для эвтрофных озер Вохтозеро и Пелдожское (2,0 и 2,3 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сутки^{-1}$) выше, чем для мезотрофных озер Укшезеро и Шотозеро (0,8 и 0,4 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$, соответственно). Опыты по потреблению кислорода донными отложениями эвтрофного оз. Пряжинского при экспозиции осадков под слоем аэрированной воды дали значение 1,5 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$.

Высокие значения потребления кислорода илом, как правило, соответствуют высоким значениям скорости минерализации ОВ и более высоким значениям потоков биогенных веществ из донных отложений. Так, скорости трансформации ОВ и поступление биогенных элементов из донных отложений в воду для эвтрофных озер были в 2–10 раз выше, чем для мезотрофных (табл. 5). Поступление биогенных элементов из донных отложений крупного олиготрофного озера, каким является Онежское, на порядок меньше, чем потоки, полученные для малых мезотрофных озер. Так, для илов центральных районов озера поступление азота изменялось от 0,05 до 0,3, а фосфора – от 0,02–0,08 мг $\cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$. В районах, подверженных загрязнению, – Кондопожской и Петрозаводской губах – потоки были значительно больше (N – от 0,7 до 5, P – от 0,1 до 3 мг $\cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$).

Выводы

Накопление ОВ и азота органического в донных отложениях озер Карелии соответствует их трофическому статусу и закономерно увеличивается от олиготрофного к эвтрофному водоемам. Максимальное содержание ОВ обнаружено в высокогумусных водоемах с гидрокарбонатным классом вод группы кальция, минимальное – в мезогумусных слабощелочностных слабокислых озерах с гидрокарбонатным классом вод группы кальция и натрия. В распределении фосфора в озерах разной трофии не наблюдается отличий.

Интенсивность обменных процессов на границе раздела вода – дно увеличивается с ростом трофического уровня водоема.

Основной процесс минерализации органического вещества в донных отложениях олиготрофного водоема происходит на границе вода – дно, для мезотрофного водоема – в поверхностном, окисленном слое донных отложений. Основная доля органического вещества в эвтрофном водоеме разлагается в анаэробных условиях.

Донные отложения оказывают значительное влияние на кислородный режим водоема. Поглощение кислорода донными отложениями зависит от трофического статуса водоема и колеблется от 0,01 до 0,1 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$ для олиготрофных, от 0,1 до 1 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$ для мезотрофных и более 1 г $O_2 \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$ для эвтрофных озер. Поглощение кислорода донными отложениями Кондопожской губы Онежского озера и Сортавальского залива Ладожского озера, подверженных антропогенному воздействию, соответствует уровню эвтрофного водоема.

Литература

Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.

Белкина Н. А. Ретроспективная оценка донных отложений Кондопожской губы Онежского озера // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, № 6. С. 689–699.

Белкина Н. А., Сандман О., Игнатьева Н. В. Распределение форм фосфора в донных отложениях как показатель эвтрофирования экосистемы большого водоема (на примере Ладожского и Онежского озер) // Экологическая химия. 2006. 15 (3). С. 174–185.

Васильева Е. П. Особенности формирования химического состава осадков Кондопожской губы // Лимнология Кондопожской губы Онежского озера. Петрозаводск, 1986. С. 36–47.

Васильева Е. П. Донные отложения // Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 147–175.

Гамбарян М. Е. К методике определения интенсивности деструкции органических веществ в донных отложениях глубоководных водоемов // Микробиология. 1962. Т. 31, вып. 5. С. 895–898.

Дривер Дж. Геохимия природных вод. М.: Мир, 1985. 439 с.

Дзюбан А. Н. Деструкция органического вещества и цикл метена в донных отложениях внутренних водоемов. Ярославль: Принтхаус, 2010. 192 с.

Игнатьева Н. В. Роль донных отложений в круговороте фосфора в озерной экосистеме // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002, С. 148–156.

Мизандронцев И. Б. Химические процессы в донных отложениях водоемов. Новосибирск: Наука, 1990. 176 с.

Семенов А. Н. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 540 с.

Семенович Н. И. Донные отложения Онежского озера. Л.: Наука, 1973. 102 с.

Håkanson L., Jansson M. Principles of lake sedimentology. Berlin: Springer-Verlag, 1983. 316 p.

Hayes F. R., Mac Aulay N. A. Lake water and sediment. Oxygen consumed in water over sediment cores // Limnol. and Oceanogr. 1959. Vol. 4, N 3. P. 291–298.

Lucas A. M., Thomas N. A. Sediment oxygen demand in lake Erie's central basin // Proceedings of 14th Conference Great Lakes Research 1970. Toronto, 1971. P. 781–787.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Белкина Наталья Александровна
старший научный сотрудник, к. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: bel110863@mail.ru
тел.: (8142) 576541

Belkina, Natalia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bel110863@mail.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 42–49

УДК 574.5: 556.55: 57.04 (470.22)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Т. М. Тимакова, А. В. Сабылина, Т. Н. Полякова, М. Т. Сярки, Е. В. Теканова, Т. А. Чекрыжева

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Дана оценка современного состояния экосистемы Онежского озера в последние десятилетия. Показаны изменения в биологических сообществах за длительный период времени. Выявлены основные причины, вызывающие эвтрофирующие процессы в озере, и факторы, способствующие их локализации и распространению на акватории водоема.

Ключевые слова: водная экосистема, фосфорная нагрузка, эвтрофирование, бактериопланктон, фитопланктон, первичная продукция, зоопланктон, макрозообентос.

T. M. Timakova, A. V. Sabylina, T. N. Polyakova, M. T. Syarki, E. V. Tekanova, T. A. Chekryzheva. MODERN STATE OF THE ONEGO LAKE ECOSYSTEM AND TRENDS OF ITS CHANGE DURING THE PAST DECADES

The modern state of the Onego Lake ecosystem during the last few decades was assessed. Changes in the aquatic communities over a long-term period are presented. The main reasons for the eutrophication of the lake ecosystem and the factors behind its localization and distribution over the water area are indicated.

Key words: water ecosystem, phosphorus loading, eutrophication, bacterial plankton, phytoplankton, primary production, zooplankton, macrozoobenthos.

Введение

Развитие производства и сельского хозяйства в наиболее развитых странах неизбежно приводит к увеличению антропогенной нагрузки на природные ландшафты. Водоемы, являясь аккумулирующими системами, в наибольшей степени испытывают влияние антропогенного фактора. Онежское озеро – второй по величине крупнейший водоем Европы, относится к великим озерам мира. Его географическое положение определяет специфику термического и радиационного режимов, обусловливает низкий биопродукционный потенциал и слабую самоочистительную способность вод. Озеро обладает стратегическими запасами пресной воды, является важнейшей водно-транспортной магистралью, используется для водоснабжения населения и промышленности. Вместе с тем водоем служит приемником промышленно-коммунальных стоков и подвержен их локальному влиянию. Его экосистема в настоящее время, как и другие крупные водоемы Европы и России в том числе, подвержена антропогенному эвтрофированию. Однако в отличие от них эта проблема для Онежского озера стоит не столь остро. В последние 15–16 лет на водосборе озера происходили изменения, связанные с экономической ситуацией в стране, что не могло не отразиться на величине антропогенной нагрузки на водоем и развитии процесса эвтрофирования его экосистемы.

Целью данного исследования явилась оценка современного состояния экосистемы Онежского озера и тенденций ее изменения за последние десятилетия.

Материал и методы

Формирование химического режима в озере в значительной степени обусловливает речной сток. Доминирующее влияние оказывают основные притоки, дренирующие сельскохозяйственные и мелиоративные угодья, – реки Водла, Шуя, Суна, которые являются основными источниками поступления в озеро фосфора – свыше 50 %. Меньшее значение в обогащении водоема биогенными веществами, чем реки (до 24 %), имеют сточные воды промышленных и коммунальных предприятий. На их долю в настоящее время приходится 173 т $P_{общ}$ и 3,3 тыс. т органического вещества в год [Сабылина, 2007]. Распределение источников загрязнения на водосборной площади неравномерно. Преобладающая их часть расположена на северо-западном побережье в районе городов Петрозаводска и Кондопоги. Ведущая роль в поступлении фосфора в составе промышленных стоков принадлежит Кондопожскому ЦБК, коммунальных – г. Петрозаводску (табл. 1).

Таблица 1. Поступление общего фосфора и органического вещества в экосистему Онежского озера от разных промцентров

Промцентр	$P_{общ}$, т · год$^{-1}$		ОВ ($БПК_{полн}$), тыс. т · год$^{-1}$	
	1992–1996	1998–2007	1992–1996	1998–2007
Петрозаводский	122	103,6	0,65	0,5
Кондопожский	66,5	65,7	5,0	2,8

Изучение гидрохимического состава воды проводилось по аттестованным методикам [Ефременко, 2007]. Исследование водных сообществ выполнялось общепринятыми в гидробиологической практике методами: бактериопланктон, первичная продукция [Кузнецов, Дубинина, 1989]; фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос [Методика изучения..., 1975].

Результаты и обсуждение

Первые признаки развития антропогенного эвтрофирования в Онежском озере проявились в середине 1970-х гг., в период интенсивного освоения водосбора, развития промышленности и роста населения на побережье. Важным моментом, определяющим сценарий развития этого процесса, явилось совмещенное влияние двух основных источников поступления фосфора с речным и промышленно-коммунальным стоками в сравнительно изолированных от основного плеса озера северо-западных губах – Кондопожской и Петрозаводской. При этом неустойчивая циркуляция водных масс, обусловленная системой ветровых течений, особенно в летний период, создает условия для спорадического выноса эвтрофирующих веществ из обеих губ в пелагический район озера [Бояринов, Руднев, 1990]. Однако сложная морфометрия и система течений в озере, а также большой объем водной массы препятствуют быстрому их распространению на всей акватории водоема. Глубоководные пелагические районы озера (Центральное, Большое, Малое, Южное Онего, северные заливы – Повенецкий, Лижемский) до настоящего времени сохранили свою экологическую стабильность и проявляют черты олиготрофии. В таксономической структуре фитопланктона не произошло существенных таксономических изменений. Сезонные комплексы в фитопланктоне в течение длительного периода исследований определяют диатомовые водоросли, которые составляют подавляющую долю (>75 %) в структуре общей биомассы фитопланктона. Однако в последнее десятилетие все же отмечается некоторое снижение доли участия диатомовых водорослей и увеличение вклада других систематических отделов, в частности зеленых (от 10 до 20 %), в создании общей биомассы летнего фитопланктона. Выявляются также изменения в размерной структуре фитоценозов, что проявляется в постепенном увеличении доли мелкоклеточных видов (нанопланктон) в его общей летней биомассе – в среднем 18 % [Чекрыжева, 2008б]. Однако, несмотря на отмеченные изменения, биомасса как и в прежние годы, так и в настоящее время соответствует статусу олиготрофных вод (табл. 2).

Уровень первичной продукции на преобладающей акватории пелагического района озера за 17-летний период наблюдений (с 1989 по 2006 г.) существенно не изменился. Ее величины варьируют в пределах 24–138 и в среднем составляют менее 100 мг С · м$^{-2}$ · сут$^{-1}$ (88,3 ± 15,5 в Центральном Онего и 96,3 ± 10,5 мг С · м$^{-2}$ · сут$^{-1}$ в южной части озера). Однако сравнение данных для Центрального Онего за более длительный срок – с 1960-х [Романенко, 1965; Сорокин, Федоров, 1969; Трифонова и др., 1982] по 2000-е гг. [Тимакова, Теканова, 1999] – выявило увеличение первичной продукции в 1,5 раза, хотя оно не является достоверным. В годовом цикле доминирующее положение занимает летний фотосинтез – до 70 % от продукции за вегетационный период. Сезонный цикл ее развития имеет одновершинный характер

и на протяжении последних 20 лет характеризуется устойчивостью и хорошей ежегодной воспроизводимостью [Сярки, Теканова, 2008]. Биотический баланс резко отрицателен. Суточная деструкция органического вещества под м^2 повсеместно превышает первичную продукцию в 10–12 раз, что подтверждает величины (в 13 раз), полученные Ю. И. Сорокиным и В. К. Федоровым [1969], и свидетельствует об особом значении в функционировании этого района экосистемы аллохтонного органического вещества. Максимальные величины деструкции (до 0,06 мг С · л$^{-1}$ · сут$^{-1}$) приурочены к слою эпилимниона, минимальные повсеместно фиксируются в гиполимнионе. В зависимости от толщины последнего деструкция составляет 0,3–1,7 г С · м$^{-2}$ · сут$^{-1}$, нередко превышая показатели для эпилимниона [Теканова, Тимакова, 2006].

Таблица 2. Сравнительная характеристика биомассы фитопланктона в разных районах Онежского озера за 50-летний период, г/м^3

Район озера	Период наблюдений, годы	Сезон наблюдений		
		Весна	Лето	Осень
Петрозаводская губа	1960-е	0,640	0,130	–
	1970-е	0,960	1,057	0,200
	1980-е	1,650	1,310	0,570
	1990-е	2,347	1,028	0,850
	2000-е	1,118	1,442	0,168
Большое Онего	1960-е	0,500	0,100	–
	1970-е	0,537	0,361	0,301
	1980-е	0,835	0,654	0,443
	1990-е	0,674	0,468	0,361
	2000-е	0,678	0,494	0,392
Центральный плес	1960-е	–	0,060	–
	1970-е	–	0,250	–
	1980-е	0,608	0,798	–
	1990-е	0,351	0,602	–
	2000-е	0,694	0,687	–
Кондопожская губа	1960-е	0,270	0,165	–
	1970-е	0,068	0,100	–
	1980-е	7,770	0,680	1,100
	1990-е	12,973	0,858	0,352
	2000-е	2,724	1,315	0,307
Южное Онего	1980-е	1,211	0,582	–
	2000-е	0,805	0,691	0,332

Бактериоценозы характеризуются количественными показателями, приближающимися к верхнему пределу олиготрофии. В середине прошлого столетия общая численность бактерий (ОЧБ) не превышала 0,5–0,6 млн · мл$^{-1}$ [Александрова, 1973]. В конце 1990-х гг. ее величины все чаще стали достигать значений 0,8 млн · мл$^{-1}$, а в последнее десятилетие проявляют заметную вариабельность. Так, в летний период ОЧБ изменяется в пределах от 0,17 до 2,51 (в среднем 1,03 ± 0,09) млн · мл$^{-1}$. Небольшие размеры бактериальных клеток (V = 0,31 мкм^3) определяют невысокие величины бактериальной биомассы от 4,2 до 160,4 (среднее 25,3 ± 2,1 мкг С · л$^{-1}$). Численность сапрофитных бактерий (СБ) достигает среднелетних значений 301 ± 53 КОЕ · мл$^{-1}$. Биосинтетическая активность биоценозов до конца 1990-х гг. не превышала максимальных значений 0,9, а в 2000-х, при изменчивости ее величин на акватории пелагического района от 0,01 до 7,21, в среднем составила 0,74 ± 0,21 мкг С · л$^{-1}$ · сут$^{-1}$ (табл. 3). Средневзвешенная величина бактериальной продукции (243,4 ± 53,2 мг С · м$^{-2}$ · сут$^{-1}$) составляет более 100 % от первичной. Отмечаемая в последние годы высокая изменчивость количественных показателей бактериопланктона при слабом протекании фотосинтетических процессов, по-видимому, обусловлена участившимся поступлением в этот район загрязненных вод как из литоральных участков озера, так и из губ.

Зоопланктон Онежского озера имеет черты, характерные для всех крупных озер северо-запада России. Высокая инертность водных масс центрального и глубоководных районов озера определяет устойчивость структуры, функционирования и динамики сезонных процессов в пелагическом зоопланктоне. Его видовой состав достаточно однороден по районам, пелагический доминантный комплекс представлен 10–15 видами, обычными для озер этого региона. Количественные, структурные и функциональные показатели свидетельствуют об олиготрофном характере большей части озера. В центральном и глубоководных районах озера численность и биомасса зоопланктона достигают 20 тыс. экз. · м$^{-3}$ и менее 1 г · м$^{-3}$. В столбе воды среднелетняя биомасса не изменилась с 1960-х гг. и составляет 8,3 ± 1,0 г · м$^{-2}$ (менее 0,3 г · м$^{-3}$). Остался также неизменным

Таблица 3. Распределение величин темновой ассимиляции CO_2 на акватории Онежского озера в период открытой воды в 1989–2006 гг. (по: Тимакова, 2008)

Район	Среднее для толщи воды, мкг С л$^{-1}$ · сут$^{-1}$		В столбе воды под м^2, мг С м$^{-2}$ · сут$^{-1}$	
	min – max	среднее ± $m_м$	min – max	среднее ± $m_м$
Центральная часть	0,11–1,62	0,53 ± 0,09	18,45–41,43	32,32 ± 3,42
Большое Онего	0,01–7,21	0,89 ± 0,25	13,90–172,60	49,12 ± 12,06
Южная часть	0,24–3,73	0,81 ± 0,13	4,48–31,18	17,26 ± 2,91
Кондопожская губа, вершина	0,60–48,00	12,64 ± 2,33	33,90–431,0	151,93 ± 38,44
Кондопожская губа, центр	0,04–10,96	2,04 ± 0,37	26,52–501,3	131,1 ± 37,78
Петрозаводская губа	0,02–25,04	1,66 ± 0,27	3,9–83,0	20,98 ± 3,85

состав доминирующего комплекса зооценозов [Николаев, 1972; Сярки, 2008]. Преобладающей группой в этих районах (с биомассой более 50 %) являются веслоногие рачки. Холодноводность и слабое развитие кормовой базы определяют невысокое развитие группы коловраток и ветвистоусых рачков. Видовое разнообразие зоопланктона (индекс Шеннона по биомассе до 3,5) свидетельствует о неизмененном характере структуры сообщества.

Население макрозообентоса также отличается сравнительно невысокими количественными показателями (в среднем 2 тыс. экз. · $м^{-2}$ и 3 г · $м^{-2}$) и постоянным видовым составом. Сообщества представлены реликтовыми ракообразными, олигохетами, в небольшом количестве двустворчатыми моллюсками и холодноводными видами хирономид. Внесенный в Красную книгу Карелии реликтовый бокоплав *Relictocanthus lacustris* G. Sars. относится к исчезающим видам и встречается крайне редко. Более 90 % биомассы животных приходится на амфипод и олигохет. Однако с конца 1980-х гг. в поверхностном слое донных отложений было отмечено увеличение концентрации органического вещества (ОВ), содержания общего фосфора в 3 раза, легкоподвижного – более чем на порядок [Белкина, 2007]. Это повлекло за собой устойчивый рост количественных показателей макрозообентоса, которые в центральном плесе достигли пределов 1,0–3,5 (среднее 1,45 ± 0,19) тыс. экз. · $м^{-2}$ и 1,9–10,0 (3,1 ± 0,4) г · $м^{-2}$, что превышает аналогичные характеристики 1970-х гг. в 3 раза (табл. 4). Здесь стали заметными также структурные преобразования в донных группировках. Прежде всего они проявляются в увеличении соотношения численности олигохет (N_{ol}) и суммарной численности бентоса (N_b), что хорошо отражает накопление ОВ и биогенных веществ на дне водоема. К числу отрицательных изменений относится уменьшение в центральном плесе количества реликтовых амфипод.

Наиболее эвтрофируемыми районами Онежского озера являются Кондопожская и Петрозаводская губы. Резкое увеличение фосфорной нагрузки ($P_{общ}$) на Петрозаводскую губу началось в 1980-е гг. До середины 1990-х гг. ее величины от Петрозаводского промузла достигали 2,7, а с речным стоком – 1,2 г · $м^{-2}$ · $год^{-1}$. С конца 1990-х ситуация изменилась. Нагрузка $P_{общ}$ с речным стоком (1,6 г · $м^{-2}$ · $год^{-1}$) стала преобладать над таковой от промузла – 1,4 г · $м^{-2}$ · $год^{-1}$ [Сабылина, 2007]. В настоящее время в Петрозаводскую губу из всех источников поступает 223,8 т · $год^{-1}$ $P_{общ}$, а среднегодовая концентрация в воде залива достигает 20 мкг · $л^{-1}$ против 17 в 1990-е и 25 мкг · $л^{-1}$ в 1980-е гг.

Основным загрязнителем Кондопожской губы до конца 1970-х гг. было органическое вещество, в составе которого преобладали биохимически нестойкие фракции – спирты, альдегиды, сахара, органические кислоты, фурфурол. Они быстро утилизируются бактериофлорой, являются потенциальным источником минеральных форм фосфора и служат основой для развития гетеротрофных процессов. До 1980-х гг. антропогенное эвтрофирование тяготело здесь к гетеротрофному пути развития. В начале 1980-х, после пуска первой очереди станции биологической очистки сточных вод на Кондопожском ЦБК, вынос фосфора в губу со сточными водами быстро возрос в 3–6 раз по сравнению с 1960–1970-ми гг. Его содержание в воде на акватории изменялось в пределах 17–40 мкг · $л^{-1}$, что привело к активизации первично продукционных процессов и резкому увеличению биомассы фитопланктона.

Количественные показатели летнего фитопланктона (см. табл. 2) выросли на порядок по численности (235,0 тыс. кл. · $л^{-1}$) и в 20 раз (0,45 г · $м^{-3}$) по биомассе. Происходило заметное расширение круга массовых форм синезеленых (р. Anabaena, Oscillatoria, Aphanizomenon) и зеленых (р. Ankistrodesmus, Crucigenia, Coelastrum, Dictyosphaerium, Eudorina, Planctococcus) на фоне интенсивной вегетации доминанта олиготрофного периода *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim. К концу 1980-х гг. развитие водорослей возросло еще больше по сравнению с началом 1980-х (в 5 и в 2 раза) по численности и биомассе (соответственно в 5 и

Таблица 4. Многолетние изменения количественных характеристик макрозообентоса в различных районах озера

Район озера	1970-е		1980-е		1990-е		2000-е	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Центральный плес	0,48	1,28	0,94	1,52	1,73	3,36	1,50	3,10
Большое Онего	0,43	1,02	0,85	2,70	1,54	2,88	1,00	2,67
Повенецкий залив	1,16	1,68	2,30	2,78	–	–	2,80	3,0
Южная часть	0,756	1,53	1,05	1,91	3,03	5,13	2,20	3,23
Петрозаводская губа	0,96	2,06	3,00	6,04	8,11	13,27	7,31	8,26
Кондопожская губа	0,27	0,72	1,30	1,88	4,10	6,54	8,35	12,63

Примечание. N – численность, тыс. экз. · $м^{-2}$; B – биомасса, г · $м^{-2}$.

в 2 раза) за счет массовых эвтрофных видов. В последние десятилетия общее повышение уровня трофии Кондопожской губы во многом обусловлено влиянием богатых органическими веществами сточных вод ЦБК. Фитопланктонный комплекс пополняется не только видами, характерными для вод более высокого уровня трофии, но и видами, являющимися индикаторами органического загрязнения. В настоящее время в планктоне губы 70 % видов относятся к индикаторам β-, β-α-, α-сапробных условий, в том числе из криптофитовых р.р. Chroomonas и Cryptomonas [Чекрыжева, 2008а]. До конца 1990-х гг. только один вид был отнесен к показателям α-сапробных условий и 12 видов – β-сапробных условий, в целом не более 20 %.

Фитоценозы Петрозаводской губы в период значительного роста фосфорной нагрузки на экосистему (1980-е гг.) также отреагировали увеличением продуктивности. Их численность возросла в среднем до 2,0 млн кл. · $л^{-1}$, а биомасса – до 7,0 г · $м^{-3}$. В последующие десятилетия и до настоящего времени количественные показатели фитоценозов остались приблизительно на таком же уровне, что и в конце 1980-х – начале 1990-х гг. (см. табл. 2).

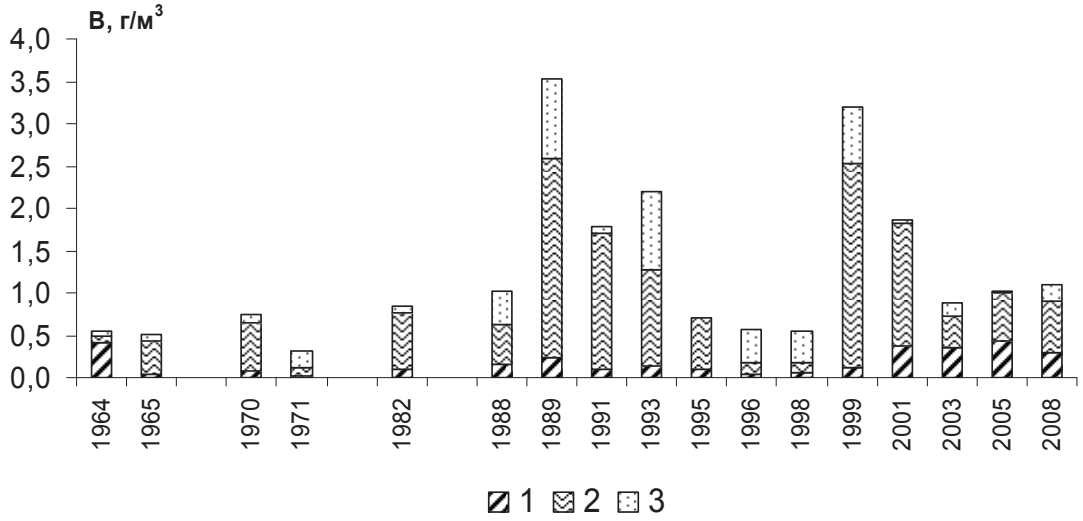
В трансформации фитоценозов в обеих губах можно выделить схожие моменты: значительное увеличение количественных характеристик в весенний период, обусловленное мощной вегетацией *A. islandica*; ускоренное развитие синезеленых и хлорококковых водорослей на фоне диатомовых при относительной устойчивости структуры фитоценоза; рост всех массовых видов олиготрофного периода; усиление роли летнего и осеннего фитопланктона в годовом цикле; заметное присутствие в фитоценозах водорослей – показателей сапробности.

Одновременно с интенсивным развитием фитопланктона в эвтрофируемых губах возрастала интенсивность фотосинтеза, которая превысила показатели олиготрофных пелагических районов в 3–10 раз, интегральная продукция – в 1,5–3,0 раза. Максимальные значения первичной продукции в Кондопожской губе достигли величин 1037 мг С · $м^{-2}$ · $сут^{-1}$, в Петрозаводской, за счет выноса фосфора в открытые участки озера, она в 1,5 раза ниже, чем в Кондопожской. В сопредельном с Петрозаводской губой районе (Петрозаводское Онего) ее показатели бывают даже выше, чем в самой губе. Интенсивность деструкции органического вещества в губах превосходит ее величины в пелагических глубоководных районах озера в 1,5–2,0 раза.

Наиболее подвижной структурой биоты в губах является бактериопланктон. До 1980 г. бактериальному звену принадлежала особая роль в развитии эвтрофирования Кондопожской губы, особенно в ее северной части, так как аллохтонное органическое вещество, включающееся в биотический круговорот, значительно превалировало над автохтонным. Численность бактерий здесь в среднем достигала 3,5 млн · $мл^{-1}$, количество СБ – до 10 тыс. КОЕ · $мл^{-1}$. После пуска на комбинате СБО в 1980-е гг. все большее значение в развитии эвтрофирования стал приобретать автотрофный путь. Бактериопланктон в этот период в количественном развитии достиг некоторой стабилизации. Общая численность бактерий в среднем для губы составила 1,3 млн · $мл^{-1}$, СБ – 0,6 тыс. КОЕ · $мл^{-1}$. Уменьшение антропогенной нагрузки на 30 % в середине 1990-х гг. привело к снижению развития бактерий в 1,5–2 раза, особенно в районе, где жизнедеятельность бактерий базируется преимущественно на ОВ, поступающем со сточными водами. Однако с конца 1990-х гг. вновь происходит рост объема сбрасываемых сточных вод и подъем количественных показателей бактериоценозов. В последние годы они характеризуются большой изменчивостью. В разных районах губы ОЧБ изменяется в пределах от 1,6 до 3,3 млн кл. · $мл^{-1}$, а интенсивность темновой фиксации CO_2 – от 9,7 до 15,0 мкг С · $л^{-1}$ · $сут^{-1}$.

В Петрозаводской губе благодаря интенсивному водообмену ОЧБ в течение последних 15 лет достигает уровня 0,9–1,8 млн · $мл^{-1}$. Биосинтетическая активность бактериальных сообществ (по темновой ассимиляции CO_2) на акватории обеих губ варьирует в широких пределах, однако средние величины характерны для мезо-евтрофных водоемов (см. табл. 3).

В зоопланктонных сообществах наиболее наглядные изменения в обеих губах прослеживаются в районах с сильно выраженными признаками эвтрофирования [Куликова, Сярки, 2004]. В Кондопожской губе в начальный период развития этого процесса (1980-е гг.) летние численность и биомасса зооценозов в северной части губы составляли 90 тыс. экз. · $м^{-3}$ и 2,4 г · $м^{-3}$, тогда как в 1960-е гг. – 20 и 0,5 соответственно. Разнообразие организмов (индекс Шеннона по численности 2,11–2,46 и по биомассе 2,53–2,68) за 20-летний период существенно не изменилось, поскольку прирост общей численности произошел не за счет видов-доминантов, а за счет средне- и малочисленных видов [Куликова и др., 1997]. Наиболее выраженные изменения в зоопланктоне проявились лишь в конце 1980-х гг. – в период интенсивного развития процесса антропогенного эвтрофирования (рис.). Рост численности поч-



Многолетние изменения биомассы зоопланктона в северной части Кондопожской губы:
1 – Copepoda; 2 – Cladocera; 3 – Rotatoria

ти всех видов определил высокие общие количественные параметры (до 100 тыс. экз. · м$^{-3}$ и 3,5 г · м$^{-3}$). Преобладание 1–2 видов (в основном фильтраторов, в частности *Daphnia cristata*) привело к уменьшению разнообразия сообщества – индекс Шеннона по численности составлял 1,57–1,73, а по биомассе – 1,94–2,40. Вследствие этого было сдвинуто соотношение основных таксономических групп. Среди трофических групп увеличилась доля фильтраторов за счет уменьшения хищных видов. При снижении нагрузки в 1990-х гг. количество зоопланктона заметно понизилось. В настоящее время планктонная система испытывает неустойчивые колебания количественных показателей. Следует заключить, что в наиболее эвтрофированных участках озера (северная часть Кондопожской губы) перестройка трофической структуры зоопланктона отражается на основных энергетических показателях: увеличивается как общая продукция сообщества, так и затраты на поддержание его жизнедеятельности.

В Петрозаводской губе зоопланктон с 1970-х гг. не претерпел значительных изменений, и его количественные характеристики в столбе воды сопоставимы с таковыми из центральной части озера (среднелетняя биомасса 9,0 г · м$^{-2}$, или около 1 г · м$^{-3}$). Высокая динамичность вод обеспечивает перемешивание и выравнивание показателей зоопланктона по акватории губы. Лишь в районе сброса стоков КОС общая численность зоопланктеров может увеличиваться до 40–50 тыс. экз. · м$^{-3}$. В то же время структура сообщества в губе изменяется в сторону увеличения роли коловраток и мелких циклопов, что приближает ее к β-мезотрофному состоянию.

Наиболее сильно эвтрофирование проявляется на состоянии донных ценозов, которые претерпевают устойчивые изменения. Они выделяются стабильно высоким количественным развитием, обилие которого в несколько раз, а в отдельных случаях и на порядок выше, чем в других районах озера (см. табл. 4). Так, в Кондопожской губе средние величины численности и биомассы в последнее десятилетие составляют 8,35 ± 0,94 тыс. экз. · м$^{-2}$ и 12,63 ± 1,26 г · м$^{-2}$, при размахе их колебаний – 0,04–15,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ и 0,02–53,0 г · м$^{-2}$. Рост количественных характеристик сопровождается структурными преобразованиями – снижением видового разнообразия за счет исчезновения наиболее чувствительных к ухудшению экологических условий типичных представителей фауны олиготрофных водоемов и замены их на толерантные эврибионтные формы, уменьшением индивидуальной массы особей, что, в свою очередь, обусловливает изменения уровня функционирования сообществ. Снижение показателей выровненности и увеличение индексов полидоминантности на протяжении всего периода наблюдений указывают на возрастание степени доминирования отдельных элементов системы и в конечном счете – упрощение ее структурной организации.

По уровню количественного развития сообществ донных животных (7,31 ± 0,86 тыс. экз. · м$^{-2}$ и 8,26 ± 0,60 г · м$^{-2}$) эвтрофирование в Петрозаводской губе к настоящему времени достигает β-мезо-, а в Кондопожской – α-эвтрофного уровня [Китаев, 2007].

Не менее актуальной проблемой последнего десятилетия для Онежского озера является

биологическое загрязнение. В литоральных биоценозах происходят серьезные экосистемные преобразования в связи с инвазией чужеродного вида *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing). В настоящее время он распространился практически по всему водоему и является массовым видом в прибрежном мелководье. Прочно войдя в состав донных сообществ, байкальский бокоплав существенно изменил их структурные характеристики. Он стал доминирующим видом на всех типах озерной литорали (32–71 % средней численности и 37–73 % средней биомассы) и увеличил количество бентоса в прибрежье озера в среднем на 50 % [Кухарев и др., 2008]. Этот вид кардинальным образом трансформировал потоки вещества и энергии в литорали, потребляя, с одной стороны, различные виды трофических ресурсов и, с другой стороны, выступая в качестве жертв для рыб, которые охотно используют его в пищу.

Выводы

1. Антропогенное эвтрофирование наглядно проявляется в северо-западных губах, Кондопожской и Петрозаводской, составляющих 4–5 % от всей площади озера. До 1980-х гг. в его развитии большую роль играли гетеротрофные процессы. В последующие десятилетия, после введения биологических очистных сооружений на побережье обеих губ, все большее значение приобретает автотрофный путь развития этого процесса.

2. Основная акватория водоема сохраняет свое первоначально олиготрофное состояние и характеризуется низким биопродукционным потенциалом. Однако водообмен между губами и открытой частью озера, а также высокая ассимиляционная способность донных отложений приводят к неуклонному росту концентраций как фосфора, так и органического вещества в иловых отложениях сопредельных с губами глубоководных пелагических районов озера. Это сопровождается устойчивым ростом количественных показателей макрозообентоса, а в последние годы – заметными структурными преобразованиями в донных группировках. В планктонных сообществах (бактерио-, фито-, зоопланктоне) отмечаются лишь спорадические изменения, которые не имеют постоянного характера.

3. В последнее десятилетие в Онежском озере появился новый тип антропогенного воздействия – биологическое загрязнение. Литоральные биотопы озера претерпели значительные преобразования под влиянием инвазионного вида *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing), который распространился практически по всему озеру и является массовым видом в прибрежном мелководье.

Литература

Александрова Д. Н. Бактериопланктон и микрофлора донных отложений Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л.: Наука, 1973. С. 5–83.

Белкина Н. А. Онежское озеро и его притоки. Химический состав донных отложений // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 40–49.

Бояринов П. М., Руднев С. Ф. Инструментальные исследования течений // Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 53–71.

Ефременко Н. А. Методы отбора и химического анализа проб воды // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 10–12.

Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 394 с.

Кузнецов С. И., Дубинина Г. А. Методы изучения водных организмов. М.: Наука, 1989. 286 с.

Куликова Т. П., Кустовлянкина Н. Б., Сярки М. Т. Зоопланктон Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1997. 110 с.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Влияние антропогенного эвтрофирования на распределение зоопланктона в Кондопожской губе Онежского озера // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 1. С. 91–97.

Кухарев В. И., Полякова Т. Н., Рябинкин А. В. Распространение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежском озере // Зоол. журн. 2008. Т. 87, № 10. С. 1270–1273.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Николаев И. И. Сравнительно-лимнологическая характеристика зоопланктона Онежского озера // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972. С. 283–304.

Романенко В. И. Микробиологическое обследование Онежского озера, Выгозерского водохранилища и озер Беломорско-Балтийского канала // Микробиология. 1965. Т. 34, вып. 2. С. 350–356.

Сабылина А. В. Онежское озеро и его притоки. Внешняя нагрузка на Онежское озеро // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 19–21.

Сорокин Ю. И., Федоров К. В. Первичная продукция и деструкция в Онежском озере // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969. Вып. 3. С. 29–33.

Сярки М. Т. Оценка рыбопродуктивности по состоянию кормовой базы. Зоопланктон // Биологические ресурсы Онежского озера. Петрозаводск, 2008. С. 54–67.

Сярки М. Т., Теканова Е. В. Сезонный цикл первичной продукции в Онежском озере // Известия РАН. Сер. Биол. 2008. № 5. С. 621–625.

Теканова Е. В., Тимакова Т. М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Онежском озере // Состояние и проблемы продукционной

гидробиологии. М.: Содружество научных изданий КМК, 2006. С. 60–71.

Тимакова Т. М. Бактериопланктон, как пищевой ресурс для развития кормовой базы рыб в Онежском озере // Биологические ресурсы Онежского озера. Петрозаводск, 2008. С. 43–54.

Тимакова Т. М., Теканова Е. В. Характеристика процессов первичного продуцирования органического вещества // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1999. С. 174–191.

Трифонова И. С., Ульянова Д. С., Чеботарев Г. Н. Первичная продукция, содержание хлорофилла и органическое вещество сестона в Онежском озере летом 1977 года // Гидробиол. журн. 1982. Т. 18, № 5. С. 106–109.

Чекрыжева Т. А. Изменения в структуре летнего фитопланктона Кондопожской губы Онежского озера в процессе антропогенного эвтрофирования // Тр. Карельского НЦ РАН. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008а. С. 156–163.

Чекрыжева Т. А. Фитопланктон как компонент биоресурсной базы озера // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск, 2008б. С. 24–36.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тимакова Тамара Михайловна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: ttm49@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Timakova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ttm49@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Сабылина Альбина Васильевна
старший научный сотрудник, к. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Sabylina, Al'bina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Полякова Тамара Николаевна
главный гидробиолог
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: TNPVVL@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Polyakova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: TNPVVL@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Сярки Мария Тагиевна
научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: msyarki@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Syarki, Maria
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: msyarki@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Теканова Елена Валентиновна
научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: etekanova@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Tekanova, Elena
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: etekanova@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Чекрыжева Татьяна Александровна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Tchekryzheva@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Chekryzheva, Tatyana
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Tchekryzheva@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 50–56

УДК 556.55 (282.247.151)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е. В. Теканова, П. А. Лозовик, Н. М. Калинкина, Т. П. Куликова, Т. Н. Полякова, А. В. Рябинкин, Ю. Л. Сластина, Т. М. Тимакова, Т. А. Чекрыжева

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Показаны многолетние изменения, произошедшие в северной части Выгозерского водохранилища. Оценены качество водной среды, количественные, структурные и продукционные характеристики биоценозов в связи с изменением нагрузки сточными водами Сегежского промцентра. Выделены три основных этапа трансформации экосистемы: 1960–70-е годы – угнетение биоты вследствие токсического и органического загрязнения; 1980-е – антропогенное эвтрофирование, рост количественных характеристик и изменение структуры ценозов, 1990–2000-е – сокращение фосфорной нагрузки и снижение количественного развития биоты.

Ключевые слова: водная экосистема, сточные воды, эвтрофирование, токсичность, фосфорная нагрузка, качество воды, биота.

E. V. Tekanova, P. A. Lozovik, N. M. Kalinkina, T. P. Kulikova, T. N. Polyakova, A. V. Ryabinkin, Yu. L. Slastina, T. M. Timakova, T. A. Chekryzheva. RECENT STATE AND TRANSFORMATION OF THE NORTHERN PART OF VYGOZERSKOE RESERVOIR

Long-term changes in state of the northern part of Vygozerskoe storage reservoir are presented. The water quality, abundance, structure and production characteristics of the biocenoses are estimated in accordance with the changes of the industrial center mill sewage loading. The three main periods in the ecosystem transformation are determined: 1960–70s – inhibition of the biota due to toxic and organic pollution, 1980s – anthropogenic eutrophication, increase in quantitative indexes and structural changes of cenoses, 1990–2000s – decline of the biota abundance due to lowering of the phosphorus loading.

Key words: water ecosystem, eutrophication, sewage, toxicity, phosphorus loading, water quality, biota.

Введение

Интенсивная эксплуатация водных ресурсов мира во второй половине XX в. привела к существенным, подчас необратимым изменениям естественного состояния пресноводных экосистем (токсификация, термофикация, органическое загрязнение, эвтрофирование, закисление и др.). В настоящее время во многих водоемах мира отмечается улучшение экологической ситуации или процессы восстановления, связанные с ужесточением контроля и совершенствования систем очистки сточных вод (Европа, США) или с экономическим кризисом (страны СНГ). Процесс этот недостаточно изучен, в частности, остается неясным, происходит ли возврат экосистем в исходное состояние на всех уровнях ее организации [Jeppesen et al.,

2002; Решетников, 2004; Михеева и др., 2006; Остапеня, 2007 и др.].

Выгозерское водохранилище (63°30´ с. ш., 34°40´ в. д., площадь 1140 км^2, средняя глубина 6,2 м, максимальная – 20 м) играет весьма важную роль в экономике региона (транспортная артерия, система водоснабжения, энергетика) и в течение более 70 лет испытывает значительную антропогенную нагрузку. Доминантом по степени антропогенного влияния на экосистему является Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат (СЦБК), сточные воды которого оказывают значительное влияние на химический состав воды, в первую очередь, северной части водохранилища. Состав и количество сточных вод менялись с момента ввода в строй комбината, что последовательно отражалось на состоянии водной среды и биологических сообществ, претерпевших существенную трансформацию.

Целью настоящей работы было выявление основных закономерностей изменений водных сообществ и среды их обитания в северной части Выгозерского водохранилища за многолетний период.

Материал и методы

В работу вошли основные результаты многолетних исследований химического состава воды, антропогенной нагрузки и состояния водных сообществ (бактерио-, фито-, зоопланктона и макрозообентоса) Выгозерского водохранилища. Исследования выполнялись сотрудниками ИВПС КарНЦ РАН в рамках фундаментальных работ, а также по региональной Программе мониторинга водной среды Карелии и были направлены, главным образом, на изучение северной части водоема, находящейся под влиянием сточных вод СЦБК. Химический анализ воды выполнялся по аттестованным методикам [Ефременко, 2007]. Изучение состояния водных сообществ проводилось общепринятыми в гидробиологической практике методами [Методика изучения..., 1975; Кузнецов, Дубинина, 1989].

Результаты и обсуждение

Нагрузка и химия воды. Формирование химического состава воды Выгозерского водохранилища происходит в результате поступления в него речных вод, атмосферных осадков, а также сточных вод Сегежского промцентра и внутриводоемных процессов. Основное влияние сточных вод сказывается на северной части водохранилища, куда они непосредственно поступают. В связи с мощным стоковым течением в водохранилище, направленным с юга на север, и наличием большого количества островов, ограничивающих северную часть от центральной, влияние сточных вод на последнюю прослеживается в меньшей степени и практически не затрагивает южную часть.

За многолетний период существования комбината выделяются несколько периодов, отличающихся по уровню антропогенной нагрузки и по реакции экосистемы на нее. Анализируя многолетнюю динамику антропогенной нагрузки на Северное Выгозеро по различным веществам, можно выделить периоды с максимальной и минимальной нагрузкой по сравнению с природной (табл. 1).

Таблица 1. Антропогенная и природная нагрузки на Северное Выгозеро

Показатель	Антропогенная		Природная
	максимальная	минимальная	
Взвеш. вещества, г/м^2 в год	110 (1964–1965 гг.)	12 (1995–2010 гг.)	18
ОВ, г/м^2 в год	143 (1969–1975 гг.)	15 (1995–2010 гг.)	360
Лабильные ОВ, г O_2/м^2 в год	86 (1969–1975 гг.)	7 (1992–2010 гг.)	11
$P_{общ}$, г/м^2 в год	0,47 (1976–1981 гг.)	0,03 (1995–2010 гг.)	0,31
Фенолы, г/м^2 в год	0,47 (1969–1975 гг.)	0,03 (1995–2010 гг.)	0,09

Наибольшая нагрузка взвешенными веществами наблюдалась в 1960-е гг. В дальнейшем в связи с внедрением очистки сточных вод от взвешенных веществ нагрузка уменьшилась. В настоящее время она составляет 70 % от природной, следствием чего является повышенное осадконакопление в Северном Выгозере по сравнению с природным состоянием. По общему содержанию органических веществ (ОВ) выделяется период 1969–1975 гг., когда нагрузка достигала 360 г/м^2 в год. Минимальной она была до начала 1960-х гг. (в среднем 64 г/м^2 в год), когда комбинат еще не имел высоких показателей производства, и в последнее десятилетие (в среднем 15 г/м^2 в год) в связи с сокращением производства. Аналогичная ситуация наблюдается и по лабильным ОВ. Меньше всего их поступает в водоем в последние годы. Что касается $P_{общ}$, основного лимитирующего биогенного элемента, то его наибольший вынос со сточными водами наблюдался в 1976–1981 гг., когда происходил запуск станции биологической очистки (СБО) и вывод ее на проектные показатели. Период 1980-х и начала 1990-х гг. характеризуется наибольшей фосфорной нагрузкой на водоем. В дальнейшем она уменьшалась по мере сокращения производства и в последние годы составляет всего 0,03 г/м^2 в год (10 % от природной). Наибольшее токсичное загрязне-

ние отмечалось в период отсутствия очистки сточных вод. Так, нагрузка фенольными соединениями перед вводом СБО достигала 0,47 г/м^2 в год, а в 1990-е гг. она снизилась в 15 раз. Как следствие изменения нагрузки на водоем, отмечалось разное загрязнение водных масс Северного Выгозера в соответствующие периоды наблюдений (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика загрязнения Северного Выгозера в разные периоды (А – придонные слои воды в зимний период, Б – водные массы в период открытой воды)

Показатель		1964–1965 гг.	1969–1975 гг.	1976–1981 гг.	1982–1991 гг.	1995–2010 гг.
$\Sigma_и$, мг/л	А	71	136	156	190	138
	Б	27	27	32	22	24
ПО, мг О/л	А	39	96	81	57	21
	Б	13	13	14	13	13
$БПК_5$, мг O_2/л	А	12	24	19	13	2,6
	Б	1,0	1,6	1,5	1,2	0,7
O_2, %	А	0–40	0	0–2	0–10	2–37
	Б	56–86	20–83	30–86	48–82	79–95
$P_{общ}$, мкг/л	А	Нет данных	Нет данных	240	424	348
	Б	20	24	50	34	16
Фенолы, мкг/л	А	Нет данных	50	60	Нет данных	15
	Б	Нет данных	15	10	5	5

Наибольшее загрязнение токсичными веществами (сероорганическими веществами, фенолами, смоляными кислотами и др.) наблюдалось в период максимальной мощности работы комбината (1969–1975 гг.), минимальное – в последние годы в связи с очисткой сточных вод и сокращением производства целлюлозы. Максимальное содержание $P_{общ}$ (50 мкг/л) отмечалось в 1976–1981 гг. – начальный период работы СБО и вывод ее на проектные показатели. В последние годы уровень концентрации $P_{общ}$ близок к природному. В кислородном режиме водоема также произошли существенные изменения. От типично дефицитного по кислороду водного объекта водоем перешел к близко равновесному насыщению воды кислородом. Следует отметить, что, несмотря на существенное снижение загрязненности вод в период открытой воды, в зимний период по-прежнему сохраняется загрязнение вод в придонных слоях воды, что связано с характером выпуска сточных вод Сегежского промцентра, которые в зимний период распространяются по понижениям дна котловины.

Изменения водных сообществ. До ввода в строй СБО водные сообщества функционировали в условиях токсического и органического загрязнения [Харкевич, 1969]. Наблюдалось угнетающее действие высокотоксичных вод СЦБК на биоту. В экспериментах с неразбавленными стоками рачки *Daphnia magna* Straus и *Daphnia longispina* (O. F. Müller 1785) погибали через сутки [Куликова, 1983]. Наличие органического загрязнения воды обусловливало преобладание в бактериоценозах сапрофитной флоры, поглощающей большое количество кислорода, что привело к формированию анаэробных зон в районе сброса сточных вод (Лайкоручей). В донных отложениях этого участка обнаруживались лишь сульфатредуцирующие, тионовые, денитрифицирующие и целлюлозоразрушающие бактерии, выдерживающие дефицит или отсутствие кислорода. Невысокое количественное развитие преимущественно диатомового планктона (более 90 % численности) определяло низкий уровень хлорофилла *a* и первичной продукции [Вислянская, 1978; Вислянская, Харкевич, 1985]. Показатели количественного развития планктонных и бентосных животных также были невысоки, район выпуска сточных вод был «мертвой зоной». В целом в распределении на акватории планктонных и бентосных животных четко проявлялась зональность, связанная со степенью загрязненности среды [Филимонова, 1969; Соколова, 1978]. В наиболее загрязненных участках происходило изменение структуры зоопланктона: исчезали менее устойчивые виды, в первую очередь, каланоиды (*Eudiaptomus*, *Eurytemora*, *Heterocope*), преобладали мелкие циклопы, ветвистоусые рачки (*Daphnia cristata*, *Bosmina longirostris*) и коловратки (*Kellicottia*, *Polyarthra*) [Куликова, 1978]. В донных комплексах преобладали хирономиды, среди которых абсолютными доминантами были личинки рода *Procladius* [Соколова, 1978]. В целом до середины 1970-х гг. трофический статус экосистемы Выгозера, по классификации С. П. Китаева [1984], характеризовался как олиго-мезотрофный по большинству показателей (табл. 3).

Функционирование с 1976 г. СБО привело к снижению содержания в сточных водах ядовитых серосодержащих веществ [Лозовик, 1985] и уменьшению их токсического действия на биоту. Неразбавленные стоки не являлись токсичными для моллюсков (*Spaerium corneum* Linnaeus, *Planorbis* sp.), олигохет (*Tubifex tubifex* Muller), икры и личинок щуки. Однако для рачков *Daphnia magna* и икры радужной форели токсичность сохранялась (1–3 балла, или гибель тест-объектов в экспериментах в течение 5–20 сут) [Ивантер и др., 2007].

В то же время произошло увеличение выноса в водоем фосфора со сточными водами, используемого на СБО в качестве биогенной добавки, что послужило началом антропогенного эвтро-

Таблица 3. Состояние водных сообществ Северного Выгозера в разные периоды

	Показатель	1960–1970-е гг.	1980-е гг.	1990–2000-е гг.
Бактериопланктон	Общ. численность, млн кл./мл	1,2	15	0,8
	Сапрофитные бактерии, тыс. кл./мл	0,6	32	0,6
Фитопланктон	Численность, тыс. кл./л	215	895	426
	Биомасса, г/м^3	0,4	1,8	0,7
Хлорофилл *a*	В фотическом слое, мг/м^3	1,1	11,4	3,0
Первичная продукция	В фотическом слое, мг С/м^2·сут	204,2	673,0	162,7
Зоопланктон	Численность, тыс. экз./м^3	16,9	72,5	38,5
	Биомасса, г/м^3	0,5	1,2	0,7
Макрозообентос	Численность, тыс. экз./м^2	0,1	3,0	1,0
	Биомасса, г/м^2	0,5	3,0	1,1

фирования водоема. Количественные и функциональные показатели развития фитопланктона выросли в 2–4 раза [Вислянская, Харкевич, 1985]. Видовое разнообразие фитоценозов расширилось за счет возрастания роли видов-показателей повышения уровня трофии и органического загрязнения из синезеленых (виды из родов *Oscillatoria),* хлорококковых (виды из родов *Monoraphidium*), из вольвоксовых (виды из родов *Chlamydomonas*), из эвгленовых (виды из родов *Euglena*, *Phacus*), из желтозеленых (виды из родов *Tribonema*), из криптофитовых (виды из родов *Cryptomonas*) [Изменение режима..., 1989; Вислянская, 1998]. Почти на порядок возросла численность бактерий, особенно гетеротрофных, вследствие биогенной стимуляции микроорганизмов и выноса аллохтонной микрофлоры с СБО [Изменение режима..., 1989]. Улучшение кормовой базы привело к 5–6-кратному росту обилия организмов зоопланктона и позже, по мере накопления ОВ в илах, – макрозообентоса. Произошла качественная перестройка сообществ – смена доминантных видов и увеличение видового разнообразия. Среди планктонных животных увеличилась доля видов мелких циклопов *Mesocyclops leuckarti* (Claus 1857) и *Thermocyclops oithonoides* (Sars 1863) (в 3–5 раз), кладоцер *Daphnia cristata* Sars 1862, босмин (в 2–4 раза) и коловраток, особенно мелких видов *Polyarthra, Keratella, Synchaeta* (в 7–12 раз). В зимний период наблюдались «планктонные фронты» – скопления зоопланктона на границе грязных и чистых вод [Куликова, 1998]. В донных ценозах возросла степень доминирования грунтоедов (малощетинковых червей) [Полякова, 1998]. Произошло исчезновение из бентофауны реликтовых ракообразных *Monoporeia affinis* (Lindström 1855) и *Pallasiola quadrispinosa* (Sars 1867). В зоне нового выпуска сточных вод (Мозог-губа) бентоценозы оставались в угнетенном состоянии. Экосистема северной части Выгозера в 1980-х гг., по классификации С. П. Китаева [1984], оценивалась как мезо-эвтрофная (табл. 3).

В результате спада производства на СЦБК в начале 1990-х гг. существенно сократились объемы сточных вод и вынос в их составе фосфора в водоем. Уже к середине 1990-х гг. содержание фосфора в воде Северного Выгозера, за исключением действующего и старого мест выпуска сточных вод, сократилось примерно в 2 раза [Лозовик, 1998], чему способствовала достаточно высокая проточность водохранилища (коэффициент условного водообмена 1,14 год$^{-1}$). В результате постепенной модернизации СЦБК и очистных сооружений в 2000-х гг. из сточных вод полностью исчезли токсичные вещества. Это подтверждалось в экспериментах на тест-объекте *Daphnia magna* в хронических опытах, более того, вода характеризовалась благоприятными для его жизни условиями [Моисеева, 2005].

В планктонных сообществах уже с середины 1990-х гг. регистрировалось постепенное уменьшение показателей их количественного развития – сначала в фитопланктоне и бактериопланктоне, затем, вследствие обеднения кормовой базы, и в зоопланктоне [Состояние водных объектов..., 2007]. Показатели обилия донных животных, функционирование которых отражает эффект накопления органического загрязнения, снижались намного медленнее – значимые изменения здесь произошли лишь к 2007 г. (табл. 3).

В настоящее время сохраняются структурные изменения в альгоценозах, начавшиеся в период эвтрофирования, а именно: достижение доли синезеленых и хлорококковых водорослей в сообществе до 30 % численности, вследствие чего содержание хлорофилла *a* в воде в настоящее время более высокое, чем в 1970-е гг. В то же время продукция фитопланктона понизилась до уровня начала 1970-х гг. В зоопланктонном сообществе отмечается снижение роли массовых видов – кладоцер (*Daphnia*), мелких циклопов (*Thermocyclops*, *Mesocyclops)*, коловраток (особенно *Polyarthra, Keratella, Synchaeta*), в целом же доминирующая роль кладоцер и

коловраток сохраняется. Структура бентоценозов постепенно приобретает черты, свойственные естественному состоянию водоемов подобного типа: сокращается степень доминирования малощетинковых червей, лидирующее положение возвращается к хирономидам. Отмечается начало восстановления фауны в «мертвой зоне» (Лайкоручей). В целом по гидробиологическим показателям экосистема Северного Выгозера на современном этапе характеризуется как олигомезотрофная [Китаев, 1984].

В целом на акватории всего водохранилища исследованиями 1970-х гг. было показано неравномерное распределение количественных показателей развития планктонных и донных сообществ, а именно: закономерное увеличение их численности и биомассы по направлению от северного района к южному [Вислянская, 1978; Куликова, 1978; Соколова, 1978]. Такое распределение обусловливалось комплексом факторов (морфометрические особенности районов, температура, проточность, наличие пищевых ресурсов, качественный состав воды и т. д.), но, в первую очередь, было связано с угнетающим действием на биоту токсичных сточных вод Сегежского ЦБК в северной части водохранилища. Иная картина наблюдалась в распределении бактериопланктона: наименьшим его количеством характеризовалась центральная часть водоема, наибольшим – северная вследствие высокой антропогенной нагрузки ОВ [Филимонова, 1978]. Первичное продуцирование ОВ на всей акватории характеризовалось схожими величинами. Исследованиями последних лет не обнаружено значительных изменений в уровне развития биоты в центральном районе водохранилища, в то же время в его южной части количество и биомасса планктонных организмов, а также первичная продукция примерно в 2 раза превышают данные 1970-х гг. В центральном и северном районах показатели развития планктона в настоящее время, после сокращения антропогенной нагрузки, можно считать сравнимыми. Максимальными показателями, как и 40 лет назад, характеризуется южная часть водоема. Бентофауной наиболее обильно заселен северный район Выгозерского водохранилища, где произошло накопление ОВ в донных отложениях.

Выводы

В экосистеме Выгозерского водохранилища, главным образом в его северной части, произошли существенные изменения в результате многолетней динамики нагрузки сточных вод Сегежского ЦБК. Основные изменения в экосистеме были связаны: 1) с токсификацией и органическим загрязнением водной среды в 1960–1970-е гг., сопровождающимся угнетением жизнедеятельности бионтов, развитием специфической микрофлоры; 2) с антропогенным эвтрофированием в 1980-е гг., выразившимся в росте количественных, продукционных характеристик и изменении структуры ценозов; 3) с сокращением антропогенной фосфорной нагрузки на водоем в 1990–2000-е гг. и началом процессов восстановления экосистемы.

Литература

Вислянская И. Г. Фитопланктон Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 15–42.

Вислянская И. Г. Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Характеристика биоценозов. Фитопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1998. С. 112–115.

Вислянская И. Г., Харкевич Н. С. Фитопланктон и первичная продукция Выгозерского водохранилища // Органическое вещество и биогенные элементы в водах Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 144–165.

Ефременко Н. А. Методологические основы мониторинга. Методы отбора и химического анализа проб воды // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 10–12.

Ивантер Э. В., Моисеева В. П., Моисеева Е. А. Экологический мониторинг сточных вод сульфатцеллюлозного производства. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. 270 с.

Изменение режима Северного Выгозера и реки Нижний Выг под действием сточных вод Сегежского ЦБК и допустимый объем их сброса. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. 36 с.

Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

Кузнецов С. И., Дубинина Г. А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 286 с.

Куликова Т. П. Зоопланктон Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 58–79.

Куликова Т. П. Сравнительная характеристика влияния сточных вод целлюлозно-бумажного предприятия на зоопланктон водохранилища до и после внедрения биологической очистки: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1983. 22 с.

Куликова Т. П. Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1998. С. 115–119.

Лозовик П. А. Взаимодействие донных отложений Северного Выгозера с водой // Органическое

вещество и биогенные элементы в водах Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 61–84.

Лозовик П. А. Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Химический состав воды // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1998. С. 101–109.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Михеева Т. М., Ковалевская Е. В., Лукьянова Е. В. Показатели количественного развития и функционирования фитопланктона Нарочанских озер в разные периоды эволюции их трофического статуса // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 199–211.

Моисеева Е. А. Эколого-токсикологическая оценка влияния сточных вод целлюлозно-бумажного производства на водные организмы (по анализу работы Сегежского ЦБК): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 29 с.

Остапеня А. П. Деэвтрофирование или бентификация? // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы III междунар. науч. конф. (Минск – Нарочь, 17–22 сент. 2007 г.). Минск, 2007. С. 31–32.

Полякова Т. П. Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Характеристика биоценозов. Макрозообентос // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1998. С. 119–121.

Решетников Ю. С. Проблема ре-олиготрофирования водоемов // Водные ресурсы. 2004. Т. 44, № 5. С. 709–711.

Соколова В. А. Донная фауна Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 89–103.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 209 с.

Филимонова Н. А. Микробиологическая и санитарная характеристика водоемов – приемников сточных вод целлюлозно-бумажных комбинатов // Вопросы гидрологии, озероведения и водного хозяйства Карелии. Петрозаводск: Карельское книжное изд-во, 1969. С. 66–75.

Филимонова Н. А. Микробиологическая характеристика Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 4–14.

Харкевич Н. С. Влияние сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината на химический состав и качество вод р. Сегежи и Выгозера // Вопросы гидрологии, озероведения и водного хозяйства Карелии. Петрозаводск: Карельское книжное изд-во, 1969. С. 30–59.

Jeppesen E., Jensen J. P., Søndergaard M. Response of phytoplankton, zooplankton and fish to re-oligotrophication // An 11-year study of 23 Danish lakes. Aquat. Ecosys. Health & Mgmt. 2002. N 5. P. 31–43.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Теканова Елена Валентиновна
научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: etekanova@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Лозовик Петр Александрович
зав. лаб. гидрохимии и гидрогеологии, д. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Калинкина Наталия Михайловна
зав. лаб. гидробиологии, д. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: kalina@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Куликова Тамара Павловна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
тел.: (8142) 576520

Tekanova, Elena
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: etekanova@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Lozovik, Pyotr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Kalinkina, Natalia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kalina@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Kulikova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel.: (8142) 576520

Полякова Тамара Николаевна
главный гидробиолог
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: TNPVVL@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Рябинкин Александр Валентинович
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Sorbus08@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Сластина Юлия Леонидовна
младший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: slastina.jul@yandex.ru
тел.: (8142) 576520

Тимакова Тамара Михайловна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: ttm49@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Чекрыжева Татьяна Александровна
старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Tchekryzheva@mail.ru
тел.: (8142) 576520

Polyakova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: TNPVVL@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Ryabinkin, Aleksandr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Sorbus08@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Slastina, Yulia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: slastina.jul@yandex.ru
tel.: (8142) 576520

Timakova, Tamara
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ttm49@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Chekryzheva, Tatyana
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Tchekryzheva@mail.ru
tel.: (8142) 576520

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 57–63

УДК 556.555.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОГО И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМОВ МЕЛКОВОДНОГО ОЗЕРА ЗИМОЙ

Р. Э. Здоровеннов, Г. Э. Здоровеннова, Н. И. Пальшин, А. Ю. Тержевик

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Формирование зимнего термического и кислородного режимов небольшого озера Вендюрского (юг Карелии) рассмотрено на основании анализа данных трехлетних экспедиционных исследований, проведенных с использованием высокоточного автономного оборудования. Спектральный анализ позволил выделить основные периоды изменчивости температуры, содержания растворенного кислорода и давления, составившие от нескольких минут до 1–12 сут. Показано, что ведущую роль в динамике озера зимой играют сейши, возникающие вследствие ветрового воздействия на лед и прохождения барических образований над акваторией озера, адвективный перенос, обусловленный неравномерностью прогрева донных отложений и особенностями батиметрии озерной котловины, а также весеннее конвективное перемешивание.

Ключевые слова: мелководное озеро, термодинамический режим, растворенный кислород, подледный период, внутренние волны.

R. E. Zdorovennov, G. E. Zdorovennova, N. I. Pal'shin, A. J. Terzhevik. VARIATION OF THE TEMPERATURE AND OXYGEN REGIMES OF A SHALLOW LAKE IN WINTER

Thermal and dissolved oxygen dynamics in a small ice-covered lake Vendyurskoe (South Karelia) are considered on the basis of the data analysis carried out within the three-year field survey conducted with stand-alone precision equipment. Using FFT analysis we identified the main periods of variability of the temperature, dissolved oxygen and the pressure ranged from several minutes to 1–12 days. Seiches, presumably arising from the impact of wind on the ice and the change in atmospheric pressure over the lake, advective transport, caused by uneven heating of sediments and bathymetric features of the lake basin, as well as spring under-ice convective mixing play an important role in the dynamics of an ice-covered lake.

Key words: shallow lake, thermodynamic regime, dissolved oxygen, ice-cover period, internal wave.

Введение

Термический и кислородный режимы покрытого льдом озера формируются в тесной связи с его динамическим режимом. При отсутствии ветро-волнового перемешивания и существенного речного стока важную роль в переносе вещества и энергии внутри водной массы покрытого льдом озера начинают играть такие процессы, как молекулярная диффузия, конвективный и адвективный перенос. На этапе весенне-летнего нагревания водная масса и верхний слой донных отложений полимиктического озера накапливают тепло, на этапе осеннего охлаждения – отдают его в атмосферу. С появлением сплошного снежно-ледового покрова

теплопотери озера в атмосферу резко уменьшаются, а перенос тепла из донных отложений в воду продолжается, что приводит к повышению температуры придонного слоя воды. На мелководьях теплопоток из донных отложений в воду выше, чем в глубоководных частях озер [Malm et al., 1997], поэтому температура воды придонного слоя там повышается быстрее. В связи с тем что при повышении температуры пресной воды от 0 до 4 °С ее плотность возрастает, более теплая и плотная вода с мелководий стекает по склонам дна в глубоководную часть озера; в центральной части озера появляются компенсационные восходящие потоки, так формируется устойчивая плотностная циркуляция, играющая важную роль в переносе тепла и растворенных веществ в условиях пониженного режима перемешивания [Mortimer, Mackereth, 1958; Bengtsson, 1996]. Адвективный перенос тепла, обусловленный неравномерностью прогрева донных отложений и особенностями батиметрии озерной котловины, наиболее значим в первый месяц зимы [Петров и др., 2006; Terzhevik et al., 2009]. Скорость потребления кислорода существенно зависит от температуры и скорости течения [Nakamura, Stefan, 1994], что наряду с большим количеством органического вещества и повышенной бактериальной активностью способствует появлению дефицита кислорода в зоне придонного термоклина [Golosov et al., 2007; Тержевик и др., 2010]. Воздействие ветра на ледовый покров или прохождение над акваторией озера барических образований может приводить к вертикальным смещениям льда и появлению в озере баротропных и бароклинных сейш [Bengtsson, 1986; Malm et al., 1998; Baehr, DeGrandpre, 2002; Петров и др., 2007], трансформирующихся вследствие батиметрических особенностей котловины в поступательные волны и участвующих в переносе вещества и энергии внутри водной толщи озера. Внутренние волны могут существенно усиливать процессы перемешивания в придонных слоях озер [Kirillin et al, 2009]. Весеннее подледное конвективное перемешивание [Matthews, Heaney, 1987; Mironov et al., 2001], проникающее на значительную глубину, играет важную роль в переносе тепла, растворенных веществ и газов [Kenney, 1996; Baehr, DeGrandpre, 2004]. Следует отметить, что, в отличие от термики, динамика покрытых льдом озер изучена слабо. Из опубликованных данных известно, что скорости течений в озере подо льдом невелики, имеют порядок от долей до нескольких мм в секунду [Malm et al., 1998], для измерения которых требуется прецизионное измерительное оборудование [Glinsky, 1998]. Использование трейсеров дает лишь общее представление о подледной динамике [Colman, Armstrong, 1983; Bengtsson, 1986], поэтому зачастую заключения о зимнем динамическом режиме озера основываются на анализе более доступных и высокоточных измерений температуры и растворенных газов [Kenney, 1996; Baehr, DeGrandpre, 2002]. В настоящей работе рассмотрено формирование зимнего термического, кислородного и динамического режимов небольшого мелководного озера Вендюрского по данным трех последовательных лет наблюдений.

Материалы и методы

Объект исследования – озеро Вендюрское, расположенное в южной части Карелии (62°10´ N, 33°10´ E). Площадь поверхности озера 10,4 км^2, объем водной массы 54,8 · 10^6 м^3, средняя и максимальная глубины 5,3 и 13,4 м [Литинская, Поляков, 1975]. Донные отложения представляют собой песок в прибрежной мелководной части озера и илы на больших глубинах. В октябре 2007–2009 гг. в глубоководной части озера на глубинах 11,1–11,45 м и на склоне на глубинах 6,88–7,5 м устанавливались косы, оснащенные высокочувствительными термо- (диапазон –5 … +35 °С, точность ±0,0002 °С, разрешение <0,00005 °С), кислородными (диапазон 0 … 150 %, точность ±1 %) и датчиками давления (20 и 100 дБар, точность ±0,05%, разрешение <0,001 %) производства канадской фирмы «RBR Ltd.» (рис. 1, табл.). Калибровка кислородных датчиков проводилась после замены мембран непосредственно перед установкой приборов в озеро. Дискретность измерений по времени – одна минута, дискретность расположения датчиков по вертикали – от нескольких см в придонных слоях до 1,0–1,5 м в водной толще. Косы удерживались в месте постановки грузом и плавающим в 1,5 м от поверхности буем. На момент постановки верхний датчик на косах располагался в 2,0–2,5 м от поверхности воды. Косы находились в озере

Сведения о термокосах, установленных в озере Вендюрском в 2007–2010 гг.

Период измерений	Станция, глубина, м	Измеряемые параметры
21.10.2007–26.05.2008	«Длинная» коса, 11,1 м	Т, РК, Р
	«Короткая» коса, 6,88 м	Т, Р
19.10.2008–01.06.2009	«Длинная» коса, 11,45 м	Т, РК, Р
	«Короткая» коса, 7,40 м	Т, Р
17.10.2009–18.06.2010	«Длинная» коса, 11,45 м	Т, РК, Р
	«Короткая» коса, 7,20 м	Т, РК, Р
	Станция 4-3, 7,5 м	Т, РК, Р

Примечание. Т – температура, РК – растворенный кислород, Р – давление.

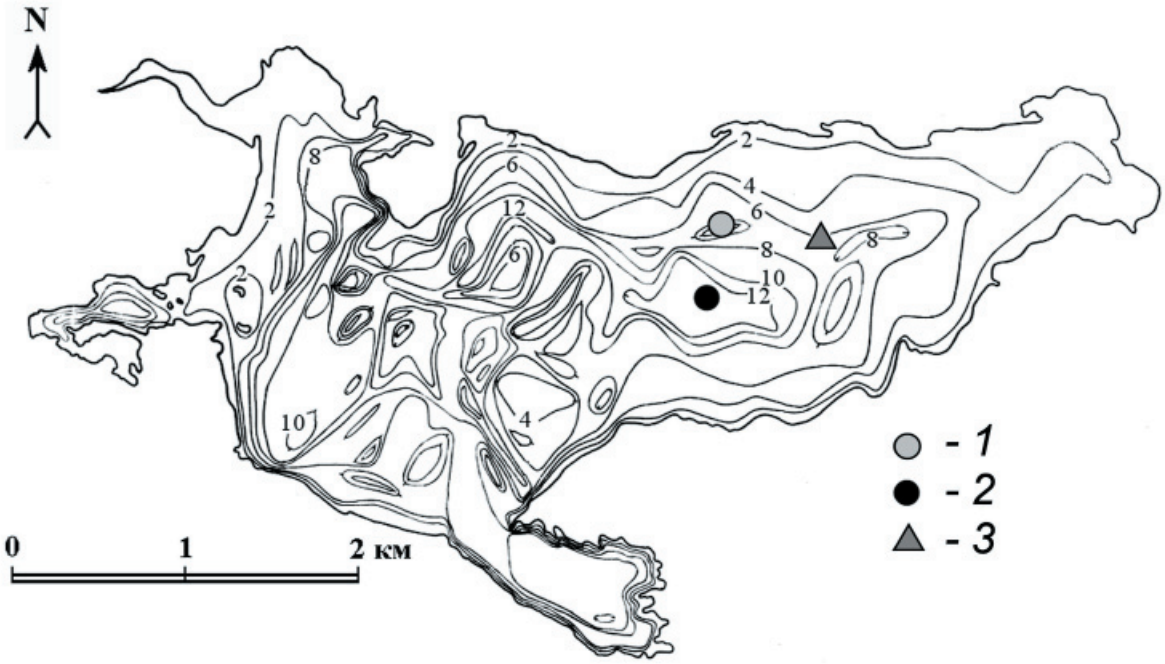


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Вендюрского и положений термокос в 2007–2010 гг:
1 – ст. 4-3, 2 – «длинная» коса, 3 – «короткая» коса

до конца мая – начала июня. В анализе погодных условий использовались данные (скорость ветра, атмосферное давление, дискретность измерений – 3 ч) по наиболее близко расположенной к району исследований метеостанции «Петрозаводск» (индекс WMO: 22820), полученные из архива погодных условий (http://meteo.infospace.ru).

Результаты и обсуждение

Эволюция температурного и кислородного режимов озера в течение трех последовательных зим имела сходный характер. До ледостава озеро охлаждалось в состоянии гомотермии, за исключением тонкого придонного слоя воды толщиной несколько см, в котором сохранялся градиент температуры, доходящий до 10–15 °С · м$^{-1}$. Содержание растворенного кислорода (РК) по всей водной толще было равномерным и при 95%-ном насыщении составляло 12,5–13,5 мг · л$^{-1}$. Замерзало озеро 14 ноября 2007, 12 декабря 2008, 11 ноября и 5 декабря 2009 г. при средней температуре воды около 0,6, 0,5, 0,4 и 0,1 °С, соответственно. С первых же дней после замерзания наблюдалось повышение температуры и уменьшение содержания РК по всей водной толще, наиболее заметное в придонных слоях глубоководной части озера. К концу зимы за счет теплообмена с донными отложениями и перераспределения тепла адвективными течениями температура придонных слоев в глубоководной части озера на глубинах 10–11 м повышалась до 4,5–5,5 °С, на склоне в районе глубин 7,0–7,5 м – до 2,5–3 °С. Оценки изменения теплосодержания столба воды по данным трех лет наблюдений показали, что в глубоководной части озера оно растет быстрее, а на склоновых станциях медленнее, чем следовало бы из разницы потоков на границах вода – лед и вода – дно, что косвенно подтверждает наличие в озере в течение зимы адвективного переноса тепла с мелководных участков в глубоководную часть. Подобный результат отмечен и в предыдущие годы измерений на озере [Malm et al., 1997; Zdorovennova, 2009]. Как было показано ранее, ведущая роль в уменьшении содержания РК в водах озера зимой принадлежит его биохимическому потреблению [Тержевик и др., 2010]. Дефицит кислорода в придонных слоях глубоководной части озера появлялся уже в конце первого месяца ледостава, а к концу зимы толщина анаэробной зоны превышала 0,5 м. На склоне на глубинах 7,0–7,5 м к концу зимы наблюдалось снижение содержания РК в придонном слое 0,5 м толщины до 2–6 мг · л$^{-1}$. Оценки суммарной скорости процесса потребления РК γ были выполнены по уравнению [Тержевик и др., 2010]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\gamma C \qquad (1)$$

где С – концентрация РК, γ – суммарная скорость потребления РК; [γ] = с$^{-1}$, t – время. Уравнению (1) соответствует аналитическое решение:

$$C = C_0 e^{-\gamma t}, \quad (2)$$

где C_0 – концентрация РК в момент установления ледового покрова.

Наибольшие скорости потребления РК в 2008–2009 и 2009–2010 гг. наблюдались в течение первого месяца ледостава и имели порядок $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ с$^{-1}$, затем значения γ очень быстро уменьшались и с конца первого месяца ледостава до конца зимы не превышали $5{,}0 \cdot 10^{-8}$ с$^{-1}$, что неплохо согласуется с расчетными значениями γ для зимы 2007–2008 гг., приведенными в [Тержевик и др., 2010].

Весенняя подледная конвекция начиналась в конце марта – начале апреля. Подо льдом формировался квазиоднородный конвективный слой, толщина и температура которого повышались на 0,1–0,5 м и 0,1–0,3 ˚С за сутки, соответственно. По мере вовлечения в конвективное перемешивание нижележащих слоев происходило выравнивание содержания РК по вертикали и уменьшение толщины анаэробной зоны в глубоководной части озера. Вскрытие ледового покрова происходило 10 мая 2008, 8 мая 2009, 1 мая 2010 г., после чего наблюдалось полное перемешивание водной толщи озера от поверхности до дна и исчезновение придонной анаэробной зоны в глубоководной части озера. В качестве примера на рис. 2 приведено изменение температуры и содержания РК в глубоководной части оз. Вендюрского зимой 2008–2009 гг.

В течение трех лет наблюдений на фоне сезонного увеличения температуры воды и уменьшения содержания РК отмечались их флуктуации с периодами от нескольких минут до нескольких дней и амплитудой 0,01–0,5 ˚С и 0,2–1,5 мг · л$^{-1}$, соответственно. Максимальные по амплитуде колебания температуры регистрировались в тонком придонном слое толщиной 0,20–0,25 м как в глубоководной части озера, так и на склоновых станциях. Наибольшая амплитуда колебаний содержания РК отмечалась в поверхностном слое водной массы. Колебания температуры с периодами 6–16 и 25–30 мин и амплитудой 0,01–0,02 ˚С отмечались на протяжении большей части зимних месяцев 2007–2010 гг. по всей водной толще; в придонном слое глубоководной части озера амплитуда таких колебаний была несколько выше (0,02–0,04 ˚С), а в придонном слое склоновой станции в январе – марте 2009 г. достигала 0,1–0,2 ˚С (рис. 3, а). Флуктуации содержания РК с амплитудой 0,2–0,8 мг · л$^{-1}$ и периодом 25–30 мин отмечались на протяжении всех зим в поверхностных слоях водной толщи озера (рис. 3, б). Наряду с осциллирующими, были зафиксированы отличные по форме, амплитуде и периоду колебания температуры в тонком придонном слое толщиной 0,20–0,25 м в глубоководной части озера. Резкое падение температуры на 0,2–0,8 ˚С в течение 5–20 мин сменялось плавным повышением в течение нескольких часов до исходного значения. Такие скачки температуры повторялись через 12–26 ч (рис. 3, в) и регистрировались в течение 2–3 недель в декабре 2007, феврале и декабре 2008, марте – апреле и декабре 2009, январе – феврале 2010 г. Также была зарегистрирована долгопериодная изменчивость содержания РК в поверхностном слое озера: на фоне незначительного сезонного понижения периодически отмечалось повышение содержания РК на 1,0–1,5 мг · л$^{-1}$ продолжительностью от нескольких часов до нескольких дней с последующим понижением до исходных значений (рис. 3, г).

Спектральный анализ рядов температуры, содержания РК и давления показал наличие пиков на частотах, соответствующих периодам от нескольких минут до нескольких дней. На спектрах придонной температуры глубоководной станции выделялись два основных энергонесущих пика на частотах, соответствующих перио-

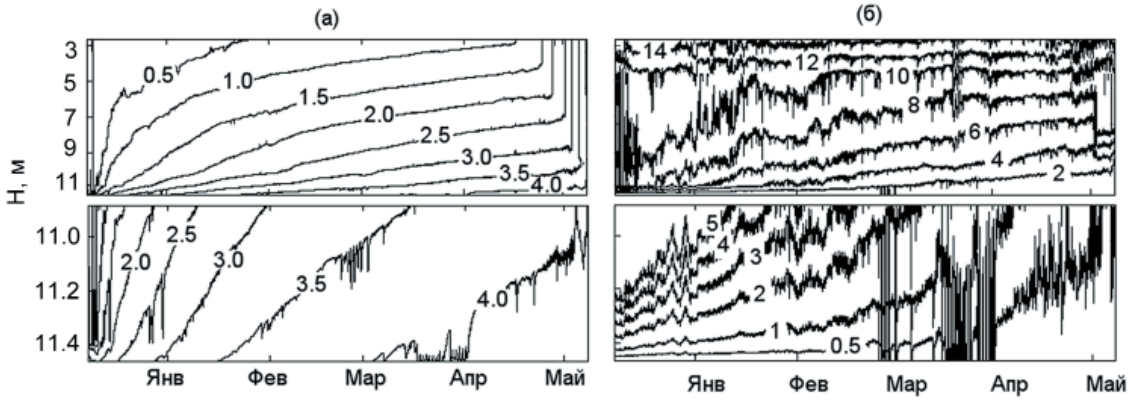


Рис. 2. Изменение температуры (а) и содержания РК (б) в глубоководной части оз. Вендюрского зимой 2008–2009 гг. («длинная» коса, глубина 11,45 м)

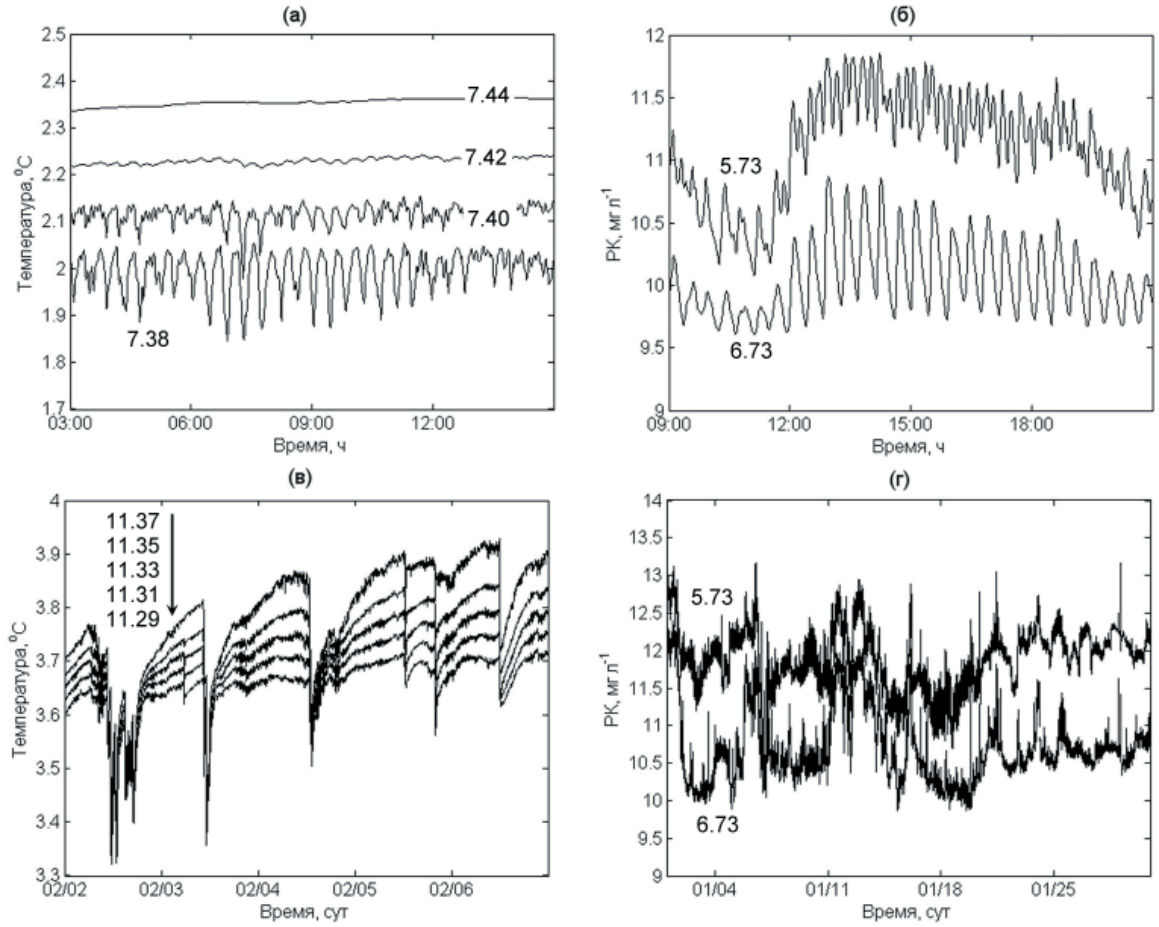


Рис. 3. Колебания температуры (а, в) и содержания РК (б, г):

а – 20 января 2009 г. в придонном слое «короткой» косы; б – 4 марта 2009 г. на «длинной» косе; в – 2–6 февраля 2010 г. в придонном слое «длинной» косы; г – 1–31 января 2009 г. на «длинной» косе. На рис. приведены глубины горизонтов наблюдения, м

дам в 24 и 12 ч; на склоновых станциях хорошо разрешались пики 6, 16 и 26 мин, 2, 8, 12 и 24 ч колебаний. На спектрах содержания РК в поверхностном слое хорошо выделялись пики, соответствующие 26 и 6 мин изменчивости, а также периодичностям в 2–4, 10–11, 22–25 ч, 2, 2,5 и 7–10 сут. На спектрах давления выделялось 3–4 энергонесущих пика на низких частотах, соответствующих периодам 1,4–2,5, 4,5–5, 7, 11–12 сут. Измерения течений на разных глубинах, проводившиеся на оз. Вендюрском в зимние месяцы 1994–1996 гг., показали наличие осциллирующих колебаний с периодами около 6–7 и 28–29 мин и скоростями от долей до нескольких мм в секунду [Malm et al., 1998]. Рассчитанный по формуле Мериана период первой моды продольной и поперечной баротропных сейш оз. Вендюрского составляет 29 и 7 мин, соответственно [Malm et al., 1998]. Хорошее совпадение периодов осциллирующих колебаний температуры и содержания РК с периодом баротропной сейши позволяет говорить о том, что сейши в озере существуют на протяжении большей части зимы, периодически усиливаясь или затухая. Полное исчезновение сейшеобразных колебаний температуры в штилевых условиях и последующее их возобновление по мере роста скоростей ветра подтверждает гипотезу о том, что сейши в озере генерируются колебаниями ледового покрова под воздействием ветра.

Причины появления резких скачков температуры в придонных слоях оз. Вендюрского не вполне ясны. Колебания температуры с периодами 11 и 24 ч и амплитудой 0,5–1,1 °С регистрировались в придонном слое оз. Мюггельзее (Берлин) на протяжении первого месяца ледостава 2005–2006 гг. [Kirillin et al., 2009]. Оценки числа Бургера для двух выделенных частот колебаний оказались близкими, что позволило авторам с большой долей уверенности интерпретировать выделенные частоты как внутренние инерционно-гравитационные волны типа Кельвина и Пуанкаре, появившиеся в озере до ледостава на придонном термоклине вследствие ветрового воздействия. Форма и амплитуда колебаний температуры в придонном слое озер Вендюрского и Мюггельзее отличаются, совпадает только период колебаний.

Для стратифицированных систем внутренний радиус деформации Россби определяется как

$$R = \frac{c}{f}, \quad (3)$$

где c – фазовая скорость распространения внутренней волны, f – инерционная частота.

Скорость распространения внутренней волны в двухслойной жидкости можно определить из соотношения

$$c = \sqrt{g' \frac{h_1 (H - h_1)}{H}}, \quad (4)$$

где

$$g' = \frac{g \Delta \rho}{\rho_0} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_m} = \frac{1}{2} a \left[(T_1 - T_m)^2 - (T_2 - T_m)^2 \right], \quad (6)$$

где h_1 – толщина верхнего слоя, H – общая толщина столба воды, $a = 1{,}65 \cdot 10^{-5}$ °C^{-2} – константа в уравнении состояния пресной воды [Carmack, Farmer, 1982], $T_m = 3{,}98$ °C и $\rho_m = 1000$ кг · м$^{-3}$ – температура максимальной плотности и максимальная плотность пресной воды, соответственно.

Принимая общую толщину столба воды H = 13 м, толщину верхнего слоя $h_1 = 6$ м, $\Delta T = 2$ °C (условия середины первого месяца ледостава на оз. Вендюрском), получим $\frac{\Delta \rho}{\rho_0} = 9{,}5 \cdot 10^{-5}$, $g' = 9{,}3 \cdot 10^{-4}$ и $c = 0{,}054$ м · с$^{-1}$; при $h_1 = 3$ м, $\Delta T = 4$ °C (второй месяц ледостава) $\frac{\Delta \rho}{\rho_0} = 9{,}1 \cdot 10^{-5}$, $g' = 8{,}9 \cdot 10^{-4}$ и $c = 0{,}045$ м · с$^{-1}$.

На широте оз. Вендюрского $f = 1{,}28 \cdot 10^{-4}$ рад · с$^{-1}$, для значений c 0,05 м · с$^{-1}$ величина R составляет 400 м, что намного меньше ширины бассейна. Следовательно, вращение Земли может оказывать влияние на внутренние волны в условиях плотностной стратификации, формирующейся в озере подо льдом. Два основных энергонесущих пика колебаний температуры в придонном слое оз. Вендюрского (24 и 12 ч) близки к инерционной частоте (период, соответствующий частоте инерционных колебаний на широте района исследований составляет 13,6 ч), что позволяет предполагать возможность существования в озере инерционно-гравитационных волн.

Долгопериодные колебания содержания РК в поверхностных слоях оз. Вендюрского могут быть обусловлены бароклинной сейшей, периоды которой для разных лет исследований оценивались в 3–11 сут [Петров и др., 2006; Zdorovennova, 2009]. Колебания температуры, содержания РК и углекислого газа в водах оз. Плесид (Монтана) с периодом около 6–8 сут в зимние месяцы 1997 и 1998 гг. были интерпретированы авторами как проявление бароклинной сейши. Авторы высказывают предположение о связи колебаний льда под воздействием ветра с появлением сейш в озере. Анализ спектров давления и скорости ветра по станции Петрозаводск показал периодичности от 3 до 15 сут, в спектре ветра также был выражен пик суточной изменчивости. Поскольку низкочастотные пики на спектрах давления и содержания РК нередко совпадают, возможно, что долгопериодные колебания содержания РК в поверхностном слое обусловлены горизонтальным переносом, появляющимся в озере в моменты прохождения над его акваторией барических образований, однако механизм такого взаимодействия неясен.

Выводы

Анализ данных трех последовательных лет измерений температуры, содержания РК и давления в небольшом замерзающем озере показал сходный характер эволюции термического и кислородного режимов озера в течение зимы. Высокая точность измерений и небольшой шаг по времени позволили выявить ряд особенностей динамического режима озера зимой, его связь с изменчивостью погодных условий района исследований. Показано, что баротропные сейши существуют в озере на протяжении большей части зимы и проявляются в колебаниях как температуры, так и содержания РК. Бароклинные сейши предположительно являются причиной долгопериодной изменчивости содержания РК в поверхностном слое озера. Близость частот колебаний температуры в тонком придонном слое к инерционной частоте позволяет предполагать существование инерционно-гравитационных волн. Выяснение причин появления таких волн в озере, покрытом льдом, а также роли погодных условий в формировании динамики водоема зимой является предметом дальнейших исследований.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-91331-ННИО_а).

Литература

Литинская К. Д., Поляков Ю. К. Озера Вендюрской группы – Урос, Риндозеро, Вендюрское // Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Карельский фил. АН СССР, 1975. С. 57–66.

Петров М. П., Тержевик А. Ю., Здоровеннов Р. Э., Здоровеннова Г. Э. Особенности термической структуры мелководного озера в начале зимы // Водные ресурсы. 2006. Т. 33, № 2. С. 154–162.

Петров М. П., Тержевик А. Ю., Здоровеннов Р. Э., Здоровеннова Г. Э. Движения воды в мелководном озере, покрытом льдом // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, № 2. С. 131–140.

Тержевик А. Ю., Пальшин Н. И., Голосов С. Д. и др. Гидрофизические аспекты формирования кислородного режима мелководного озера, покрытого льдом // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 5. С. 568–579.

Baehr M. M., DeGrandpre M. D. Under-ice CO_2 and O_2 variability in a freshwater lake // Biogeochemistry. 2002. Vol. 61. P. 95–113.

Baehr M. M., DeGrandpre M. D. In situ pCO_2 and O_2 measurements in a lake during turnover and stratification: Observations and modeling // Limnol. Oceanogr. 2004. Vol. 49, N 2. P. 330–340.

Bengtsson L. Dispersion in ice-covered lakes // Nordic Hydrology. 1986. 17. P. 151–170.

Bengtsson L. Mixing in ice-covered lakes // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 91–97.

Carmack E. C., Farmer D. M. Cooling processes in deep temperate lakes: a review with examples from two lakes in British Columbia // J. Mar. Res. 1982. Vol. 40. P. 85–111.

Colman J. A., Armstrong D. E. Horizontal diffusivity in a small, ice-covered lake // Limnol. Oceanogr. 1983. Vol. 28, N 5. P. 1020–1026.

Glinsky A. Current meters for measurement of low-speed velocities in ice-covered lakes // Limnol. Oceanogr. 1998. Vol. 43, N 7. P. 1661–1668.

Golosov S., Maher O. A., Schipunova E. et al. Physical background of oxygen depletion development in ice-covered lakes // Oecologia. 2007. Vol. 151. P. 331–340.

Kirillin G., Engelhardt C., Golosov S., Hintze T. Basin-scale internal waves in the bottom boundary layer of ice-covered Lake Müggelsee, Germany // Aquatic Ecology. 2009. Vol. 43, N 3. P. 641–651. DOI: 10.1007/s10452-009-9274-3.

Kenney B. C. Physical limnological processes under ice // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 85–90.

Malm J., Terzhevik A., Bengtsson L. et al. Temperature and salt content regimes in three shallow ice-covered lakes // Nordic Hydrol. 1997. Vol. 28. P. 129–152.

Malm J., Terzhevik A., Bengtsson L. et al. A field study on currents in a shallow ice-covered lake // Limnol. Oceanogr. 1998. Vol. 43, N 7. P. 1669–1679.

Matthews P. C., Heaney S. I. Solar heating and its influence on mixing in ice-covered lakes // Freshwater Biology. 1987. Vol. 18. P. 135–149.

Mironov D., Terzhevik A., Kirillin G. et al. Radiatively-driven convection in ice-covered lakes: observations, scaling and a mixed-layer model // J. Geophys. Res. 2001. Vol. 107, N C4. P. 7-1–7-16.

Mortimer C. H., Mackereth F. J. H. Convection and its consequences in ice-covered lakes // Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie. 1958. Vol. 13. P. 923–932.

Nakamura Y., Stefan H. G. Effect of Flow Velocity on Sediment Oxygen Demand: Theory // J. of Env. Eng. 1994. Vol. 120, N 5.9. P. 96–1016.

Terzhevik A., Golosov S., Palshin N. et al. Some features of the thermal and dissolved oxygen structure in boreal, shallow ice-covered Lake Vendyurskoe, Russia // Aquat. Ecology. 2009. 43: DOI 10.1007/s10452-009-9288-x.

Zdorovennova G. E. Spatial and temporal variations of the water-sediment thermal structure in shallow ice-covered Lake Vendyurskoe (Northwestern Russia) // Aquatic Ecology. 2009. Vol. 43. P. 629–639. DOI 10.1007/s10452-009-9277-0.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Здоровеннов Роман Эдуардович
научный сотрудник, к. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: romga1974@rambler.ru
тел.: +79212209438

Здоровеннова Галина Эдуардовна
научный сотрудник, к. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: zdorovennova@gmail.com
тел.: +79214602171

Пальшин Николай Иннокентьевич
старший научный сотрудник, к. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: npalshin@mail.ru
тел.: (8142) 576381

Тержевик Аркадий Юрьевич
зав. лаб. гидрофизики, к. т. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: ark@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: +79217267356

Zdorovennov, Roman
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: romga1974@rambler.ru
tel.: +79212209438

Zdorovennova, Galina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: zdorovennova@gmail.com
tel.: +79214602171

Pal'shin, Nikolai
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: npalshin@mail.ru
tel.: (8142) 576381

Terzhevik, Arkadiy
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ark@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: +79217267356

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 64–76

УДК 574.57 (470.22)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ОНЕЖСКОГО И ЛАДОЖСКОГО ОЗЕР (краткий обзор)

З. С. КАУФМАН

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Рассматриваются основные группы фауны Ладожского и Онежского озер: рыбы, моллюски, ракообразные и олигохеты, пути их формирования. Они были различными не только в этих озерах, но и в каждом из них и зависели от климатических и геологических характеристик. В ряде случаев особенности фауны не подтверждают принятую в настоящее время плейстоценовую или голоценовую геологическую обстановку района. Большая морфологическая схожесть реликтовых ракообразных и рыб Ладожского озера со своими морскими предшественниками рядом авторов объясняется более длительной связью его с морем, но она может быть обусловлена и в два раза большей минерализацией его вод, по сравнению с онежскими. Показано, что ряд морских реликтов таковыми не являются.

Ключевые слова: Ладожское озеро, Онежское озеро, фауна, рыбы, моллюски, ракообразные, олигохеты, формирование, регрессия моря, трансгрессия моря, оледенения.

Z. S. Kaufman. SOME ASPECTS OF THE FAUNA FORMATION IN LAKES ONEGO AND LADOGA (review)

Characteristic representatives of the fauna of lakes Ladoga and Onego are considered: fishes, molluscs, crustacea and oligochaeta. The pathways of their formation varied not only between the lakes, but also within them depending on the geological history and climate. In some cases, characteristics of the fauna disagree with the presumable Pleistocene or Holocene age of the geological conditions of the area. Some authors attribute the great morphological similarity of relic crustaceans and fishes of Lake Ladoga with the marine predecessors to its longer connection to the sea, but it may be due also to the twice greater mineralization of its waters as compared with Onego. It is shown that some of the sea relicts are not in fact sea relicts.

Key words: lake Ladoga, lake Onego, fauna, fish, mollusks, Crustacea, Oligochaeta, origin, regress of the sea, transgression of the sea, freezing.

Несмотря на то что Онежское и Ладожское озера расположены рядом и соединяются между собой р. Свирью, их фауна имеет некоторые существенные различия. Ряд видов, обитающих в Ладожском озере, в Онежском не встречаются: например, тюлень, морской таракан, некоторые виды рыб, дафний и др., а многие виды, общие для обоих озер, имеют разные пути проникновения и обнаруживают заметные морфологические различия. Более того, фауна каждого из этих озер также неоднородна по своему происхождению и времени заселения.

Как хорошо известно [Кудерский, 1971, 1972, 1990а, б, 2005; Квасов, 1975, 1986, 1990 и др.], важнейшим фактором формирования и генезиса пресноводной фауны Фенноскандии являются масштабные голоценовые геологические преобразования, имевшие место в бассейнах Белого и Балтийского морей, и вызванные ими трансгрессии и регрессии морей.

Так, между Датским и Готским оледенениями (13 тыс. лет назад) вследствие таяния ледников Балтийская котловина наполнилась талыми водами и превратилась в огромное Балтийское Ледовое море-озеро, или Рыбное озеро. На востоке оно соединялось с Ладожским озером и достигало бассейна Волги. Но вследствие отступания ледника образовался сток через озеро Веттерн к озеру Веннер, которое в то время было морским заливом. При этом уровень Ледового озера понизился до уровня океана, и в него с Северного моря стали поступать массы холодной морской воды, что привело к образованию Йольдиевого моря (названного по характерному для него холодолюбивому морскому моллюску *Yoldia arctica*). В отношении распространения моря в северо-восточном направлении и до настоящего времени нет единого мнения. Одна группа исследователей [Герд, 1946; Гордеев, 1949 и др.] считает, что Ладожское и Онежское озера через Йольдиевое море соединялись с Белым морем (Ловенов пролив), что создало возможность для проникновения в эти озера холодолюбивых высокоарктических морских форм. Однако другие авторы [Ломакина, 1952; Бискэ, 1959; Ярвекюльг, 1962; Кудерский, 1971, 1972, 1990б; Квасов, 1990 и др.] отрицают существование такого пролива да и вообще самого Йольдиевого моря [Квасов, 1990]. Они считают, что если оно и было, то не распространялось дальше Ладожского озера.

По их представлениям, во время последнего межледниковья (Микулинского, или Рисс-Вюрмского) произошло погружение Балтийского щита, вызвавшее сильнейшую трансгрессию, в результате которой территория Карелии и на юг вплоть до Валдайской возвышенности была залита водами огромного Мгинского моря, и именно это был единственный случай осолонения вод Онежского и Ладожского озер. Во время отступания ледников последнего оледенения их котловины заполнились талыми водами приледниковых бассейнов, что и привело к их полному опреснению.

На территории Балтийского бассейна в период от бореальной фазы и до субатлантической возникло и исчезло еще несколько морей и озер-морей (Анциловое озеро-море, Мастогloевое, Литториновое и другие моря). Тем не менее наличие в Онежском и особенно в Ладожском озере значительного количества морских реликтов в значительной степени затрудняет понимание происхождения их биоты. Так, в позднеледниковых отложениях этих озер обнаружена относительно богатая морская диатомовая флора [Давыдова, 1968, 1976; Лак, 1976, 1980 и др.], что свидетельствует о том, что морские воды и после существования Мгинского моря все же доходили до котловин этих озер.

Если принять теорию об отсутствии пролива между Балтийским и Белым морями, то остается малопонятным происхождение гидробионтов, общих для этих морей, но отсутствующих в Баренцевом море или даже в Норвежском. Причем среди них имеются не только арктические холодноводные формы, но и бореальные теплолюбивые (морская трава *Zostera marina*, перидинея *Pyrophacus horologicus,* диатомея *Caetocerus danicum*, очень крупные формы теплолюбивой полихеты *Nereis virens* и др.) [Зенкевич, 1963].

Особый интерес представляют ископаемые онежско-ладожские морские реликты. Так, в почве в окрестностях Петрозаводска в большом количестве встречаются хорошо сохранившиеся раковины морских двустворчатых моллюсков амфибореальных *Macoma baltica* (L. 1758) и *Tellina calcarea* (Chemn. 1780) – возможных реликтов Литторинового моря – и холодолюбивых высокоарктических *Cardium ciliatum* Fabr., *Yoldia (Portlandia) arctica* (Gray 1842) и др. [Берг, 1962], что также может служить еще одним доказательством связи Онежского озера с холодноводным морем, возможно, Йольдиевым. Кроме того, на территории бывшего Литторинового моря обнаружены ископаемые остатки тюленей (*Phoca groenlandica, Ph. hispida, Ph. phoetida, Ph. vitulina* и *Halichoerus gripus*) [Зенкевич, 1963]. Три первых вида являются ледовитоморскими, обитателями Крайнего Севера, а два последних распространены в умеренных и холодных водах Северной Атлантики, но имеют балтийские подвиды. Такое сочетание североморских (беломорских) и балтийскоморских подвидов может служить еще одним доказательством существования связи Белого и Балтийского морей. В настоящее время тюлень (*Phoca hispida*) существует лишь в Ладожском озере. Причина отсутствия нерпы в Онежском озере не ясна. Ее связывают с менее продолжительным, по сравнению с Ладожским озером, контактом с Йольдиевым морем. Л. С. Берг [1962] предполагает, что это море захватывало Ладожское озеро, но не распространялось на Онежское. Однако трудно себе представить, как Йольдиево море, распространяясь в северном направлении, захватив Ладожское озеро, обошло Онежское. Многочисленные голоценовые ископаемые представители морской флоры и фауны, обнаруженные на побережье Онежского озера, также не согласуются с этим предположением. К тому же в Онежском озере представители арктического фаунистического комплекса рыб составляют 21,6 %, а в

Ладожском – 17,8 %, понтического – соответственно 13,5 и 20 %, т. е. в Онежском озере холодолюбивый комплекс представлен богаче, чем в Ладожском. Больше и рыб морского комплекса – 10,8 и 8,9 % [Китаев, Стерлигова, 2001]. И это также может свидетельствовать о связи Онежского озера с ледовитоморской областью.

В этом плане определенный интерес представляет анализ ихтиофауны. Так, ее общий характер на северо-западе Европы, по-видимому, уже сложился в плиоцене на основе Западно-Сибирского и Понто-Арало-Каспийского ихтиологических комплексов. Однако наступившие оледенения резко изменили характер всей биоты района, сдвинув ее ареалы далеко на юг. Особенно чувствительно это затронуло теплолюбивые формы. Их ареал был фрагментирован и сильно сокращен. Рефугиями для холодолюбивых форм служили приледниковые или окололедниковые озера, а также высокогорные холодные озера. В этих водоемах находили убежище лососи, сиги, палии, форели и др. В них же сформировались и различные формы сигов, а также европейская ряпушка, озерные корюшки, онежская рогатка и др. В послеледниковое время вслед за отступанием ледников этот холодноводный комплекс продвигался на север Фенноскандии, а за ними восстанавливали бывшие ареалы и бореальные формы [Кудерский, 1990а, 2003, 2005]. В Ладожском озере и его бассейне обитает 43 вида рыб и круглоротых, в Онежском – 38 [Кудерский, 1990а, 2005]. В Онежском озере и в его бассейне нет ни одного вида рыб, не встречающегося в Ладожском. Белоглазка *Abramis sapa* (Pallas 1814), жерех *Aspius aspius* (L. 1758), верховка *Leucaspius delineatus* (Heckel 1843), сырть *Vimba vimba* (L. 1756) и вьюн *Misgurnus fossilus* (L. 1756) в Онежском озере отсутствуют. Для этих видов Ладожское озеро является северной границей их ареала, и здесь они весьма немногочисленны. Несмотря на большую общность видового состава, его генезис в обоих озерах различен. Вся их ихтиофауна четко делится на северные холодолюбивые, относительно теплолюбивые (бореальные) и широко распространенные эврибионты. К первой группе относятся такие гляциальные и гляциально-морские реликты, как лосось, форель (кумжа), палия, ряпушка, сиги, хариус, корюшка, налим (единственный пресноводный представитель трескообразных), рогатка, речная и ручьевая миноги. Их ареал, кроме налима, приурочен к бассейнам Белого, Баренцева и Балтийского морей.

Бореальную группу составляют синец, густера, голавль, линь, чехонь, красноперка, пескарь, карась, щиповка, сом, судак и лещ. Они относятся к волго-каспийскому комплексу. Северная граница их ареала проходит через Карелию и Архангельскую область [Первозванский, 2009 и др.].

Наконец, эврибионтами являются щука, плотва, елец, уклейка, гольян, трехиглая и девятииглая колюшки, окунь, ерш и подкаменщик. Три вида – голец усатый, угорь и подкаменщик пестроногий – фоновые, широко распространенные виды, не входящие ни в одну из этих групп [Кудерский, 2005].

При отступании ледников обитание рыб первой группы было связано с приледниковыми водоемами и их бассейнами. В Онежское и Ладожское озера они проникли из разных источников: в Онежское – из Верхневолжского бассейна приледниковых водоемов через Белозерскую озерно-речную систему, а в Ладожское – из Привалдайской.

Виды первой группы начали заселение Онежского озера в позднем плейстоцене, после освобождения его котловины ото льда. Поскольку воды озера в то время были холодными, то первыми вселенцами могли быть лососевые. Позже, в период голоценового климатического оптимума, ихтиофауна Онежского озера пополнилась видами второй группы, т. е. относительно теплолюбивыми. Первая группа должна рассматриваться как гляциальные реликты Микулинского времени, а вторая – как волго-каспийские иммигранты [Кудерский, 1969, 2003, 2005].

К морским реликтам, населяющим озера Карелии, относится четырехрогий бычок, или рогатка *Triglopsis (Myoxocephalus) quadricornis onegensis* Berg et Popov 1932. Исходная морская форма имеет широкое циркумполярное распространение. В ряде крупных озер Северной Америки и Севера Европы встречаются чисто пресноводные реликтовые формы. Морская форма имеет на голове четыре грибовидных образования (рога). Но при переходе к пресноводной жизни эти выросты дегенерируют до полного исчезновения. Именно такая форма обитает в шведских озерах Веннер и Веттерн, а в Карелии отмечена лишь в шести холодноводных озерах: Ладожском, Онежском, Остер, Сегозере, Маслозере и в Среднем Куйто, представляя реликт анцилового времени (она могла образоваться при опреснении Анцилового моря). В Онежском и Ладожском озерах сформировались свои подвиды [Кудерский, 1969; Дятлов, 2002 и др.]. Бычки остальных озер очень схожи с онежскими и отличаются от ладожских. Ладожская рогатка и рогатка, обитающая в озере Мелар (Швеция), сохраняет больше сходства с морской формой, чем рогатки из других

озер. У нее значительно больше масса и длина тела, крупнее голова с четырьмя выраженными буграми и острыми шипами, имеет выросты, но слабо выраженные, т. е. является промежуточной между морскими и пресноводными формами. Д. Д. Квасов [1990] считает, что еще на стадии, когда Ладожское озеро было приледниковым водоемом, озером Рамзая, в него вселилась рогатка, постепенно приняв форму онежской. Позже вселившиеся рогатки еще не успели принять онежскую форму и остались на ладожской и в настоящее время являются типичными для этого озера. Т. е. ладожская форма существовала еще до ее вселения в Ладожское озеро, а не образовалась в нем. М. А. Дятлов [2002] считает, что большая схожесть ладожской рогатки с морской обусловлена более длительной – на несколько тысяч лет – связью Ладожского озера с морем, чем Онежского. Поскольку обе формы рогатки являются представителями арктической холодолюбивой фауны, то в эти водоемы они могли проникнуть только из холодного моря, а таким было Йольдиево. Но сохранение в Ладожском озере формы, больше схожей с морской, может объясняться и совсем другим фактором, а именно: значительно большей минерализацией его вод (почти в два раза) по сравнению с онежскими.

Сиговые рыбы являются холодолюбивыми полиморфными видами. В озерах западной части бассейна Белого моря широкое распространение получили выходцы со стороны Балтийского моря. Так, ряпушка имеет две формы: европейскую *Coregonus albula* (Linnaeus 1756) и сибирскую *C. sardinella* Valenciennes 1848. Первая является холодолюбивой, аркто-бореальной формой, ее ареал ограничен в основном бассейнами Балтийского и Белого морей. В Карелии населяет почти весь бассейн р. Кеми, озера Куйто, Выгозеро, Сегозеро, Топозеро, Пяозеро (бассейн Белого моря), встречается и в малых озерах. Сибирская форма – ледовитоморская, арктическая, свойственная лишь бассейну Белого моря, и в остальных водоемах Фенноскандии, как и во всем Невском районе, не встречается. Исключение составляет Водлозеро (восточная часть бассейна Онежского озера). Генетическая близость водлозерской ряпушки с сибирской подтверждена методами молекулярной филогении (Боровикова, 2009; Боровикова, Махров, 2009). Центром происхождения ряпушки, как и многих других сиговых рыб, по-видимому, является Восточная Сибирь, Сибирское море-озеро [Боровикова, Махров, 2009], откуда она в голоцене, во время последнего оледенения (9–1 млн лет назад), по мере отступания ледника, огибая Уральский хребет с юга, через приледниковые водоемы, проникла в бассейн Балтийского моря. Это стало возможным и потому, что этот огромный сибирский пресноводный водоем соединял верховья Дона, Днепра, Западной Двины, Волги и Восточной Двины, а сток многих сибирских рек шел в направлении Понто-Каспийского бассейна [Решетников, 2010]. (Возможно, что именно это было важнейшим условием и проникновения нерпы в Байкал и Каспий.) Считается, что сибирская ряпушка в бассейн Балтийского моря проникла из бассейна Белого моря [Махров, Болотов, 2006]. Во время отступания ледника южнее или юго-восточней Онежского озера образовался огромный приледниковый водоем, куда проникла сибирская ряпушка и который служил для нее рефугием. Здесь и возник эндемический озерный вид и отсюда произошло его заселение Онежского озера, а далее и водоемов восточной части бассейна Балтийского моря и западного побережья Северного Ледовитого океана [Боровикова, 2009].

Сиги из Сибири в Европу попали давно, даже раньше сибирской ряпушки, вероятно еще в плиоцене, и так же южным путем по системе приледниковых озер. Между обычной формой сига *Coregonus lavaretus* (Linnaetus) и эндемичными *C. baerii* и *C. ludoga* из бассейна Ладожского озера генетических различий не выявлено [Sendek, 2004].

Корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus 1757), как сиги и ряпушка, входит в состав арктического пресноводного комплекса. Распространена в Ладожском озере и по всей территории Карелии, имеет западное балтийскоморское происхождение, а в ряде карельских озер (Сегозеро, Сямозеро, Маслозеро, Выгозеро) – антропогенное. Корюшка, обитающая в Ладожском и Онежском озерах, имеет две формы – крупную и мелкую. Крупная форма преимущественно обитает в Ладожском озере, мелкая – в Онежском. Первая рассматривается как реликт Анцилового озера, а мелкая – как происходящая из приледниковых водоемов.

Таким образом, сиги, ряпушки и корюшки бассейна Белого моря имеют балтийскоморское происхождение. Заселение северо-запада Европы сиговыми и корюшковыми могло произойти в послеледниковое время по гидрографической сети, но, возможно, и в результате осолонения огромного Анцилового озера-моря, превращения его в Мастоглоевое, а затем и в Литториновое море, что привело к вытеснению его пресноводной фауны в водоемы бассейна, сохранившие пресноводность. Ряпушка и корюшка из бассейна Балтики вселились в бассейн Волги [Махров, Болотов, 2006].

Из лососевых рыб отметим палию *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1758) – пресноводную форму арктического гольца *S. alpinus* L., обитающего по всему побережью Северного Ледовитого океана. Палия населяет озера Фенноскандии. В Карелии обитает в Ладожском и Онежском озерах, а также в озерах сегозерской группы. Наличие гольца в Онежском озере можно рассматривать как свидетельство былой связи озера с ледовитоморским бассейном. Не исключено, однако, что заселение гольцами юга Карелии происходило из Центральной Европы, из альпийских озер Швейцарии и Австрии. Прежде гольцы, видимо, заселяли всю Фенноскандию, но в результате последнего оледенения были оттеснены далеко на юг и нашли убежище в холодных горных озерах Альп. На это указывает морфологическое сходство гольцов (палии) Карелии и гольцов Альп [Савваитова, 1981]. Вторичное заселение гольцами севера Европы могло происходить как с юга, так и с севера. Позже гольцы из северной части Онежского озера проникли в бассейн Сегозера, где также существовал приледниковый водоем со стоком в Онежское озеро. О существовании такого пути может свидетельствовать и наличие в сегозерском бассейне онежской рогатки. Заселение гольцами Ладожского озера происходило из Онежского [Первозванский, 1986]. По генетическим исследованиям последнего времени можно предположить, что лосось в бассейн Белого моря (и далее – в Печору) вселился через водораздел Онежского озера и р. Онеги, из рефугиума в восточной части бассейна Балтики [Махров, Болотов, 2006].

Заселение пресноводной ихтиофауны происходило с юга и с запада по мере отступания ледника. Более теплолюбивые виды рыб (карповые, окуневые и др.) проникли в анциловое время, 10 000 лет тому назад. Холодолюбивые (лососи, гольцы, сиги и др.) заселили эти водоемы раньше, в йольдиевое время [Берг, Правдин, 1961]. Однако, по другим представлениям, проходные и полупроходные лососевые, осетровые и некоторые карповые и все виды, обитающие в море, но нерестящиеся в пресных водах, имеют первоначально пресноводное происхождение. Исключение составляет сельдь черноспинка – морской вид, перешедший к нересту в реках.

Синец *Abramis ballerus* (Linnaus 1758) – теплолюбивая форма. Карелия – это северная граница его ареала. До 1935 г. в Водлозере отмечен не был. В настоящее время распространен в Онежском озере, Сямозере и других водоемах бассейна р. Шуи, а также встречается в Архангельской области (бассейн р. Онеги). Его распространение на север, вероятно, связано с потеплением климата. Это же относится к красноперке *Scardinius trythrophthalmus* Linnoeus 1758, белоглазке *Abramis sapa* Pallas 1814, жереху *Aspius aspius* Linnaeus 1758 и чехони *Pelecus cultratus* L. Северная граница их ареала обычно проходит по южной и юго-западной части Ладожского озера [Богуцкая и др., 2004; Первозванский, 2009 и др.].

В формировании ихтиофауны Ладожского и Онежского озер определенную роль играла и антропогенная интродукция. Так, из Байкала был интродуцирован байкальский омуль *Coregonus autumnalis* Pallas 1776, из оз. Ендырь – пелядь *Coregonus peled* Gmelin 1789, а из бассейна Волги в Онежское озеро была завезена нельма *Stenodus leucichtys* Güldenstädt 1772 [Кудерский, 2001]. В 1960 г. в Онежское и Ладожское озера вселили севанскую форель *Salmo ischchan*, а в 1932 г. в Онежское озеро из бассейнов Волги и Урала – белорыбицу *Stenodus leucichthys*, в Ладогу – сибирский чукучан *Catostomus catostomus rostratus.* Однако последние виды не прижились [Кудерский, 2001].

Интереснейшими объектами фауны Онежского и Ладожского озер являются гляциально-морские реликтовые ракообразные. Это высшие раки, которые сами или их родственные формы обитают в Белом или Балтийском море. Они представлены родственными парами, один член которой населяет пресные воды, другой – морские. Такими парами являются *Limnocalanus macrurus* Sars 1863 – *L. grimaldi* Sars 1867, *Mysis relicta* Loven 1868 – *M. oculata* Loven 1868, *Monoporeia (Pantoporeia) affinis* Lindstr (Bousfild) 1855 – *M. femorata* Kroyer, *Relictocanthus (Gammarocanthus) lacustris* Sars 1863 – *R. foricatus* (Sabine), *Saduria (Mesidotea) entomon* (Linne 1758) – *S. entomon* (Linne 1758), *Pallasiola (Pallasea) quadrispinosa* (Sars 1867) – ?. Предполагается, что пресноводные представители этих пар являются остатками фауны послеледникового Йольдиевого моря.

По поводу путей их проникновения в пресные воды нет единого мнения. Одна группа исследователей [Герд, 1946; Гордеев, 1949, 1952, 1965 и др.] считает, что благодаря Ловеновому проливу эти ракообразные проникли в Йольдиево море. После его регрессии какая-то их часть приспособилась к условиям пресных вод и в виде реликтов заселила Ладожское и Онежское озера. Эта теория, однако, не может объяснить распространение этих ракообразных за пределами йольдиевой трансгрессии – в Прибалтике, Северной Польше, Германии, Белоруссии, в верховье Волги. Кроме того,

некоторые озера, где обнаружены эти реликты, находятся выше уровня Йольдиевого моря. Эти и другие факты серьезно осложняют это представление, низведя его роль лишь к исторической, хотя термин «реликты Йольдиевого моря» все еще встречается в литературе.

Интерес представляет теория A. G. Hogböm [1917]. Она предполагает, что предковая морская фауна обитала в межледниковом Мгинском море, существовавшем на месте современных Балтийского и Белого морей. Во время таяния ледников талые воды его распреснили. При этом наиболее эврибионтная часть биоты смогла приспособиться к новым условиям. Уровень воды в этих водоемах достигал отметки водоразделов между Балтийским и Белым морями, а также Каспийским и Черным. Этим «шлюзовым поднятием» объясняется нахождение реликтов в водоемах с высокой отметкой. Поскольку сток при отступании ледника распространялся с востока на запад, то реликты смогли заселить водоемы Западной и Северо-Западной Европы с хорошо развитой гидрографической сетью. В котловине Ладожского озера эти ракообразные появились более 11 тыс. лет назад, когда там размещались воды Ладожского плеса приледникового озера Рамзая, а затем Ладожский залив Балтийского Ледникового озера, т. е. рачки появились в Ладожском озере еще до образования на месте современной Балтики послеледникового Йольдиевого моря. В бассейн Ладоги ракообразные могли проникнуть как из приледниковых водоемов, размещенных южнее, так и из Балтийского Ледникового озера [Кудерский, 1971, 1972, 1990б]. Таким образом, эти гипотезы ведущую роль в формировании реликтового комплекса Фенноскандии отводят ледниковым озерам-посредникам.

Е. Ф. Гурьянова [1939, 1946], S. G. Segesträle [1962] и др. центром возникновения реликтовой фауны также считают ледниковые озера, но расположенные в Сибири. Таким могло быть огромное ледниковое Сибирское озеро-море, существовавшее на территории Западно-Сибирской низменности в период предпоследнего оледенения (около 100 тыс. лет назад). В него из Карского моря и из моря Лаптевых – центров возникновения морских автохтонов – еще во время предпоследнего межледниковья проникли отдельные эврибионты и адаптировались к новым условиям существования. При отступании ледника реликтовые элементы заселили межледниковое море и через него внедрились в Белое море, а затем и в пресноводные водоемы.

Из района Белого моря в послеледниковое время реликты распространились по территории Северо-Западной Европы. Исключение составляет *Pallasiola quadrispinosa*, которая из Сибирского озера проникла в Байкал (где в настоящее время обитают и остальные представители этого рода), а оттуда реками, преодолев Уральский хребет, достигла Северо-Западой Европы. Из реликтовой фауны Северо-Восточной Европы в Западную первыми мигрировали *Monoporeia affinis, Mysis relicta, Limnocalanus grimaldi* и *Pallasiola quadrispinosa*. Значительно позже в бассейн Балтийского моря и в озера Европы проникли *Saduria entomon* и *Relictocanthus locustris*.

Разновременность миграции реликтовых рачков подтверждают и некоторые физиологические данные. Так, *M. affinis* и *M. relicta* в эксперименте обнаруживают большую устойчивость к опреснению и большую способность поглощать натрий из сильно разбавленных сред (см. ниже), т. е. в пресные воды они проникли давно, и у них было достаточно времени для выработки соответствующих адаптаций. Их можно отнести к древним, типично пресноводным видам. Но наиболее древней, палеолимнической, формой следует считать палласеолу. Она имеет самое широкое распространение, далеко выходящее за пределы трансгрессий Йольдиевого и Литторинового морей, и наиболее высокую адаптацию к существованию в условиях пресных вод. Ее морской предшественник давно вымер и неизвестен. Этот вид сформировался, видимо, еще до плейстоценового оледенения и уже поэтому не может рассматриваться как реликт Йольдиевого моря. Тем не менее, несмотря на выраженную пресноводность, палласеола в экспериментальном галоградиенте избирает соленость 5 ‰ – самую высокую из соленостей, избираемых другими исследованными ракообразными [Кауфман, 1995]. Этот интересный факт еще ждет своего объяснения. Возможно, здесь имеет место феномен «спящих генов», отвечающих за морской период жизни рачка и проявляющихся при восстановлении прежних условий.

Из калянид особый интерес представляет *Limnocalanus macrurus*. Он населяет пелагиаль крупных водоемов бассейна Балтийского моря и Северного Ледовитого океана, т. е. районы трансгрессии Йольдиевого моря. В связи с его регрессией возник ряд озер, которые постепенно опреснялись. По мере опреснения обитающая в них морская форма лимнокалянуса выжила, но несколько изменилась ее морфология – форма цефалоторокса. Наступившая позже трансгрессия Литторинового моря вновь вызвала его прежнее морское строение. Именно такое произошло с лимнокалянусами,

населяющими Ладожское озеро, в свое время сообщавшееся с водами Литторинового моря и пережившее солоноватоводную фазу. Строение цефалоторокса ладожского *L. macrurus* меньше отклонилось от морской формы, чем у представителей популяции из Онежского озера, Сегозера и других озер Карелии, избежавших длительного осолонения. Для некоторых исследователей [Ломакина, 1952] это служит еще одним доказательством более длительного контакта Ладожского озера с морем, чем Онежского.

Mysis relicta населяет крупные холодноводные озера Фенноскандии, некоторые озера Белоруссии, Смоленской области и Северной Америки, а также Балтийское море и многие северные и западные реки Европы. В Карелии этот рачок встречается в 37 озерах. Происхождение этих озер в большинстве случаев связано с трансгрессиями Белого и Балтийского морей в послеледниковое время. В распространении мизид выделяются два крупных ареала: Беломорско-Онежский и Ладожский, включающий Приладожье и Коткозеро на Онежско-Ладожском перешейке. В остальных озерах он, как и другие представители «гляциально-реликтового комплекса», не обнаружен. Это в определенной степени может служить доказательством отсутствия в послеледниковое время сплошного пролива, соединявшего Белое и Балтийское моря.

Важно отметить, что мизиды в Ладоге крупнее, чем в Онежском озере и других пресноводных водоемах, и в большей степени близки к предковым морским формам. Онежские мизиды имеют более выраженный пресноводный характер [Деньгина, Стальмакова, 1968 и др.], что также объясняется более длительной исторической связью Ладоги с Балтийским морем: связь Онежского озера и некоторых других карельских озер с морем была разорвана раньше, чем Ладожского, т. е. она была менее продолжительной. Ладожские реликты, как и реликты послеледникового Литторинового моря, значительно моложе, чем таковые из Онеги и других карельских озер. Здесь они рассматриваются как остатки фауны более древнего позднеледникового Йольдиевого моря. Все это приводится как доказательство отсутствия сплошного Беломорско-Балтийского (Ловенового) пролива [Ломакина, 1952; Кудерский, 1990б и др.].

Определенный интерес представляют и их осморегуляторные возможности. Показано, что морская форма мизид способна выдержать распреснение лишь до 4 ‰. У пресноводной формы скорость потери солей ниже, чем у морской. Это может свидетельствовать о том, что пресноводные мизиды, по-видимому, сформировались давно и успели лучше приспособиться к пресноводным условиям. На это указывает и то, что полунасыщение их натрийтранспортирующей системы происходит при концентрации NaCl в среде около 0,15 мМ/л. Такая величина характерна для пресноводных организмов [Виноградов, 1973, 1976]. Вероятно, мизиды, как и другие гляциально-реликтовые ракообразные, эвригалинность приобрели в эстуариях северных рек или в огромном Сибирском ледниковом озере-море еще в доледниковое время.

Тем не менее молекулярно-биологические исследования [Väinölä, Varsio, 1986; Väinölä, 1986, 1990] показали, что ответвление *M. relicta* от морской предковой формы произошло очень давно, вероятно в олигоцене, т. е. на десятки миллионов лет раньше последнего оледенения, что нарушает всю стройность теории их гляциально-реликтового происхождения. Предполагается, что оледенение они пережили в бассейне Балтики [Махров, Болотов, 2006]. Гляциально-реликтовыми эти формы можно рассматривать лишь в зоогеографическом смысле.

Monoporeia affinis в Фенноскандии отмечена в 70 озерах. Монопорея, обитающая в Ладожском озере, по своим морфологическим особенностям также ближе к солоноватоводным формам Арктического бассейна, чем к видам из Онежского озера. Н. Б. Ломакина [1952] и это объясняет сохранением Ладогой более длительного морского режима. Генетические исследования обнаружили высокий уровень дивергенции пресноводной формы и морской [Махров, Болотов, 2006]. Кариологические исследования показали, что механизмом происхождения *M. affinis* была полиплоидия [Salemaa, 1984; Salemaa, Heino, 1990]. Насыщение систем активного транспорта ионов у монопореи может происходить при очень незначительных концентрациях натрия в среде [Виноградов, 1973, 1976]. Все это свидетельствует об очень высокой степени ее приспособления к условиям пресных вод, на что потребовалось значительное количество времени. Молекулярно-филогенетические исследования [Väinölä, Varsio, 1986; Väinölä, 1986, 1990] также показывают, что ответвление пресноводной формы монопореи от морской произошло также очень давно, десятки миллионов лет тому назад, в третичное время, а не в позднем плейстоцене, как это предполагают большинство исследователей, и ее нельзя отнести к ледниковым или йольдиевым реликтам. Распространение монопореи по пресноводным водоемам произошло также очень давно, вероятно, еще в доледниковое время, через эстуарии северо-западных рек.

Завоевание реликтовыми ракообразными пресных водоемов, по-видимому, шло не по пути Йольдиево море – пресные водоемы, а по пути морские воды Северного Ледовитого океана – солоноватые воды эстуариев – приледниковые озера и предшественники современных водоемов [Виноградов, 1973, 1976]. Такой путь их развития не позволяет называть их морскими гляциальными реликтами, тем более реликтами Йольдиевого моря. Этот термин оправдан лишь по отношению к *Monoporeia femorata* и *Mysis relicta*, являющихся остатками эстуарной полупресноводной фауны Мгинского моря и не проходивших пресноводного этапа (см.: [Кауфман, 2005]).

Relictocanthus lacustris – холодолюбивый вид, населяющий глубокие олиготрофные озера Фенноскандии. Встречается редко, преимущественно на больших глубинах. Механизм осморегуляции развит слабо. Рачок не способен существовать в воде, содержание натрия в которой ниже 6–8 мг/л. Осмотические условия в его марзупии не отличаются от таковых в гемолимфе, что обеспечивает условия развития личинки при солености не ниже 10 ‰ и служит важнейшим механизмом его эвригалинности. По степени развития осморегуляции пресноводная форма реликтокантуса очень близка к морской. Все это свидетельствует о его сравнительно недавнем вселении в пресные водоемы и еще недостаточной адаптации к условиям существования в них. Именно это определяет их малочисленность и редкую встречаемость. В настоящее время реликтокантус рассматривается как исчезающий вид и занесен в Красную книгу Карелии. Онежская популяция реликтокантуса также отличается от ладожской. Последняя менее уклоняется от морской формы, что также объясняется более длительным солоноватоводным периодом в истории Ладожского озера и более ранним опреснением вод Онежского озера. Но, возможно, что и в этом случае это различие обусловлено степенью минерализации их вод.

Из изопод отметим *Saduria (Mesidotea) entomon* (L.) (морской таракан). Эндемик полярного бассейна. Вне пределов Арктики (Каспийское, Балтийское, Охотское, Берингово моря, ледниковые и реликтовые озера) представляет собой реликт, сохраняющий выраженную холодолюбивость. Заселяет эстуарии крупных сибирских рек и бассейна Белого моря. В Фенноскандии известен для Ладожского озера и для шведских озер Веттерн и Мелар, но отсутствует в Онежском, Саймаа и Пяйянне (юг Финляндии). Его пресноводная форма почти ничем не отличается от морской, что свидетельствует о сравнительно недавнем проникновении этого вида в пресные воды. Это подтверждает и факт высокого содержания солей в моче – до 30 % и потери ионов натрия с мочой, т. е. ренальная реабсорбция у морского таракана еще находится на начальном этапе становления. Садурия и реликтокантус являются сравнительно молодыми неолимническими формами. В пресные воды они проникли из эстуариев рек, впадающих в северо-восточные моря (Обь, Енесей), в более позднее послеледниковое время и не могут считаться гляциальными реликтами [Кауфман, 2005]. В Ладожское озеро этот вид, вероятно, проник из Балтийского моря или является реликтом Йольдиевого моря. На это указывает его выраженная холодолюбивость. Заселению им Онежского озера, по-видимому, препятствует низкая минерализация его воды, к которой он еще не успел адаптироваться.

Из ветвистоусых ракообразных следует отметить вид *Daphnia magna* Straus 1826. В Карелии встречается редко. Его отсутствие в Онежском озере, по-видимому, вызвано не столько степенью теплолюбивости, сколько низкой минерализацией воды. В Ладожском озере с большей минерализацией он встречается. Дафнии относятся к очень древним палеолимническим формам. За время своего существования они успели приспособиться к различным типам материковых водоемов, включая и такие экстремальные, как лужи. Показано, что у *D. magna* скорость потери ионов натрия в дистиллированной воде сравнительно высокая, но их покровы способны препятствовать потере ионов из организма, имеет место и реабсорбция ионов из продуктов экскреции. Это дает возможность рачку существовать в водоемах с низкой минерализацией, хотя в экспериментальном галоградиенте он обнаруживает четкое предпочтение к слабосоленой морской воде. Его эфиппиумы не развиваются в водах с низкой минерализацией. Для их развития необходима добавка катионов [Кауфман, 1995, 1996; Кауфман, 2005 и др.]. Возможно, что именно это и служит основным препятствием для развития *D. magna* в Онежском озере.

В последнее время в Ладожском и Онежском озерах в больших количествах появилась байкальская амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing 1898), вероятно проникшая из бассейна Верхней Волги по Волго-Балтийскому каналу. Не имея серьезных ограничений и будучи эврибионтной, эта амфипода не только образовала устойчивые популяции, но и успешно увеличивает свою численность, заселяя всю прибрежную полосу озер, заметно изменяя сложившуюся структуру ее сообществ.

Появился также и китайский мохнорукий краб *Eriocheir sinensis* (Milne-Edwards 1854). Его размножение и эмбриональное развитие происходит в море, но ювенильные и неполовозрелые особи обитают в реках, нередко поднимаясь на огромные расстояния, до нескольких сотен километров. В пресной воде мохнорукий краб, как и другие катадромные крабы, может существовать главным образом за счет низкой проницаемости покровов для воды и солей, удаления избытков воды в виде мочи и способности жабрами поглощать ионы из очень разбавленных растворов. Однако полностью освоить пресные воды он не может. Этому препятствует неразвитость осморегуляторного аппарата у молодых личиночных форм [Кауфман, 2005]. Первоначальный ареал краба ограничивался Желтым морем, откуда он благодаря деятельности человека расселился почти по всему миру. В р. Вуоксе, впадающей в Ладожское озеро, и в районе Пухтинских островов в Онежском озере он впервые был обнаружен в первой половине 1990-х гг. [Наумов, Бергер, 2004]. Его вселение в Ладожское и Онежское озера, видимо, существенно не отразится на их экосистемах, так как он в них не может создать устойчивую саморазмножающуюся популяцию.

Основу малакофауны Онежского и Ладожского озер составляют виды с европейским (52 %) или западносибирским (24 %) ареалом. В Онежском озере насчитывается 18 видов двустворчатых моллюсков. В основном это представители холодолюбивых родов *Pisidium*, *Neopisidium* и *Euglesa*. Ареал *Neopisidium conventus* (Clessin 1877) связан с низкими температурами, с местами бывших оледенений, населенных реликтовыми ракообразными. Все это делает возможным предположить, что этот вид является реликтом. Северную природу имеют *Euglesa lilljeborgi* (Clessin 1886) и *E. hibernica* (Wasterlund 1684). Их распространение ограничивается северными районами, имеющими среднеиюльскую температуру воздуха менее 17–18 °С [Александров, 1965]. *E. lilljeborgi* и *N. conventus* известны в Восточной Сибири начиная с нижнечетвертичных отложений. Следовательно, они пережили оледенение, которое было в то время на этой территории, но оно не было покровным. Вслед за отступанием ледника моллюски проникли на запад. Во время европейских оледенений эти виды двигались впереди наступающего ледника и оказались далеко на юге Западной Европы. Такие холодолюбивые виды, как *Euglesa ruut* и *N. conventus*, как и некоторые холодолюбивые лососевые рыбы (голец), нашли себе пристанище в альпийских холодных озерах. Об этом свидетельствует их современный аркто-альпийский ареал [Старобогатов, 1970]. Последующее потепление (атлантическое время) восстановило их прежние ареалы. Расселение происходило по речным долинам Днепра, Волги, Камы и по другим соединениям речных бассейнов, возникших при таянии ледника. Проникновение моллюсков на северо-запад Русской долины, а затем и в Ладожское озеро произошло еще в аллерёде, когда оно стало заливом Балтийского Ледникового озера. Первая волна вселения в основном представлена холодолюбивыми *Euglesa subtruncata* (Malm 1855), *E. nitida* (Jenyns 1832) и др., а также гастроподами *Anisus acronicus* (Ferussac 1807), *A. stroemi* (Westerlund 1881), Lymnaeidae и др. Вторая связана с бореальным временем, когда Ладожское озеро представляло собой залив Анцилового озера-моря. На это время приходится вселение как холодолюбивых, так и бореальных форм. Максимального развития достигают планорбиды. Вселяются и двустворчатые теплолюбивые *Unio* и *Anadonta*. Последнее массовое заселение моллюсками водоемов северо-запада Европы произошло в атлантическое время, когда в результате опускания юго-западной части Балтики устанавливается связь с океаном и ее воды осолоняются, превращаясь в Литториновое море. Оставшаяся пресноводная фауна вытесняется в водоемы бассейна. После этого Балтика перестает служить источником пополнения моллюсками материковых водоемов Фенноскандии. Развитие макрофитов в суббореале и в субантлантическое время делает возможным обогащение малакофауны и максимальное развитие теплолюбивых гастропод *Planorbis carinatus* (Müller 1774), *Lymnaea peregra* (O. F. Müller 1774) и др. В это время окончательно сложился современный облик этой области [Старобогатов, 1970; Петрова, Старобогатов, 1990 и др.]. В прибойных районах крупных озер и в порожистых карельских реках раковина *Lymneae stagnalis* (Linne 1758) принимает своеобразную уховидную форму. Обширная площадь профундали с холодными водами, слабое развитие высшей водной растительности и низкая минерализация, особенно в Онежском озере, делают этот район малопривлекательным для моллюсков. Так, средняя численность бивальвий Онежского озера составляет всего 72,5 экз./м^2, а гастропод – 16,2 экз./м^2 [Рябинкин, Полякова, 2008 и др.]. В основном они заселяют литораль и прибрежье озер. Профундаль заселяет небольшое количество мелких холодолюбивых *N. conventus.* Этому способствует их самооплодотворение, прямое развитие, неотения, а также живорождение – вынашивание молоди

в сумках (овисаках), расположенных на полужабрах.

Как упоминалось, в отложениях вокруг Мги и Петрозаводска обнаружен высокоарктический морской моллюск *Yoldia (Portlandia) arctica*. Его возникновение связано с Карским морем. В межледниковое время он по краевым районам Полярного бассейна заселил Северную Атлантику, а затем и бассейн Балтийского моря, а из Баренцева и сибирских морей проник и в Белое море и даже в Каспийское, образовав там «йольдиевый комплекс» [Гурьянова, 1951]. Его остатки, найденные на территории Карелии, свидетельствуют в пользу существования Йольдиевого моря, куда он проник или из Балтийского, или из Белого моря. Но такая неопределенность не может ни доказать, ни опровергнуть идею существования Ловенового пролива.

В последнее время были зафиксированы единичные случаи нахождения в Ладожском и Онежском озерах понто-каспийской бивальвии дрейссены (*Dreissena polymorpha* (Pallas) (личное сообщение С. П. Китаева). Ее исторический ареал (в раннем голоцене) связан с эстуариями и нижним течением рек понто-каспийской области. Однако трансгрессия Черного и Каспийского морей и образование обширной гидрографической сети в верхних течениях рек Днепра, Дона и Волги в периоды таяния ледников в предпоследнем или последнем межледниковье способствовали ее расселению в восточную, центральную и, возможно, в западную Европу. Быстрое расширение ареала дрейссены связано как с ее широкой эврибионтностью, со способностью гамет и молоди переносить опреснение, так и с развитием судоходства и образованием искусственных межбассейновых каналов. Судя по генетическим исследованиям, на Европейский Север дрейсена попала как непосредственно из бассейна Каспия, так и из Западной Европы [Махров, Болотов, 2006]. Она проникла во все подходящие по минерализации крупные водоемы (содержащие не меньше 20–28 мг/л растворенного в воде кальция) по трассе волжского каскада и волго-балтийского пути [Орлова и др., 2004]. В оккупированных водоемах дрейссена, будучи одним из наиболее активных пресноводных фильтраторов, способна произвести существенные перестройки не только в бентосных, но и в планктонных сообществах. Активное заселение ею Великих озер Европы вряд ли возможно. Этому в первую очередь препятствует их низкая минерализация.

Изучение становления фауны олигохет Онежского и Ладожского озер, да и всей Фенноскандии, связано с большими трудностями, вызванными полным отсутствием ископаемого материала. Восстанавливать пути ее формирования приходится по косвенным данным – экологии, зоогеографии и другим характеристикам рецентных форм. Фауна олигохет Европейского Севера сравнительно молодая и сформировалась в позднеледниковое время, в течение последних 13–15 тыс. лет. Решающую роль, несомненно, играли плейстоценовые оледенения, оттеснившие олигохет далеко на юг Европы, в холодные альпийские озера и другие водоемы, где они, как и некоторые другие гидробионты, нашли себе рефугии. Потепление климата и отступание ледников привело к восстановлению прежних ареалов. Водоемы, образовавшиеся по мере отступания ледника, заселялись из нетронутых ледником гор Средней Европы и из равнин Восточной. Первыми вселенцами в крупные озера были, по-видимому, холодоводные стенотермы из сем. Lumbriculidae (*Lampodrilus, Stylodrilus, Rhynchelmis*). Они продвигались из высокогорных холодных водоемов Европы вслед за отступанием материкового льда. Огромное Днепровское оледенение, покрывшее север Евразии, соединило приледниковые озера Западной Сибири и Европы и сделало возможным вселение олигохет и из востока. Такими пришельцами в Ладожское озеро являются *Tubifex kessleri* Hr., *T. smirnowi* Last, *Alexandrovia onegensis* Hr., *Lampodrilus isoporus* Svetl. Основная часть фауны представлена космополитами, голарктическими и палеоарктическими видами. В Балтийском Ледниковом озере-море фауна малощетинковых червей сформировалась за счет западноевропейских и сибирских видов, перенесших ледниковую эпоху. Этот водоем послужил важной трассой расселения олигохет. Путями заселения его бассейна были крупные реки, главным образом Днепр, имевший связь с Неманом, Западной Двиной и Великой, а также Дон и Дунай. Олигохеты, попав в бассейн Балтики, могли продвинуться и далее, в водоемы Швеции и Норвегии. Таким образом, Балтийское море-озеро вместе с приледниковыми водоемами стало важнейшим центром формирования пресноводной фауны и, в частности, олигохет. По гидрографической цепи в Ладожское озеро проникли виды родов *Mesenchytraus, Rhynchelmis, Stylodrilus, Tricodrilus, Rhyacodrilus* и др. Фауна олигохет Онежского озера происходит из приледниковых озер бассейна Волги. Черви проникли в бассейн озера через водораздел рек Ковжи и Вытегры. Первыми вселились холодолюбивые и бореальные стенотермы, такие как *Nais alpina* Sperber и некоторые виды *Tatriella, Trichodrilus, Stylodrilus* и *Rhynchelmis*. Обогащение фауны шло за счет восточносибирских элементов и проходило

через цепь приледниковых озер Западной Сибири и бассейнов рек Печоры, Северной Двины и Онеги. Во время ранней ультраолиготрофной стадии развития Ладожского озера в него вселились *N. alpina*, *N. behningi*, *N. elinguis* и др., позже, в связи с развитием прибрежной растительности, и фитофильные виды из водоемов Северной и Южной Европы: *N. communis, Aelosoma, Stilaria lacustris* (L.), *Ripistes parasita* (Schmidt), *Vejdovskyella comata* (Vejd.) и др. Но основная часть олигохет проникла из бассейна Днепра. В голоцене ареал холодолюбивых видов несколько сократился, увеличилась доля элосоматид, наидид и тубифицид. Появились и теплолюбивые виды: *Potamothrix hammoniensis* (Mich.), *Aulodrilus, Psammoryctides* и др. В последнее время в связи с антропогенным фактором (создание Мариинской и Вышневолочской судоходных систем) в озера проникли понто-каспийские виды (*Potamothrix, Isochaetides, Psammoryctides*) и заняли доминирующее положение. *Psammoryctides barbatus* (Grube) и *Psammoryctides albicola* (Mich.) заселили все озерные и речные системы бассейнов Ладожского и Онежского озер. Ареал *Potamothrix moldaviensis* Vejd. и *Isochaetides michaelseni* (Last.) связан с Ладожским озером. Используя судоходные пути, дальше на север, особенно в Ладожское и Онежское озера, продвинулись *Isochaetides newaensis* (Mich.), *Potamothrix bedoti* (Pig.) и *P. hammoniensis*. Распространение в Балтийской провинции пресноводно-гляциального реликта *Lamprodrilus isoporus variabilis* Svetl. ограничено Великими озерами Европы. Ареал некоторых восточных и южных видов (*T. kessleri, Lampodrilus archaetus, R. granuensis*) также ограничен Онежским озером. С этим озером связано и обитание редкой для мировой фауны олигохеты *Stylodrilus parvus* (Hrabe et Cern.). В Онежском и в меньшей степени в Ладожском озере кроме понто-каспийской фауны олигохет встречаются элементы байкальской, охридской, среднеземноморской и других фаун [Попченко, 1983а, б, 1988, 1990; Тимм, 1987 и др.].

В связи с сильнейшим загрязнением стоками целлюлозно-бумажного комбината Кондопожской губы Онежского озера в местах вблизи выпусков стоков существовать смогли лишь *Potamothrix hoffmeisteri* Clap. и *Tubifex tubifex* (Müll.). Их численность доходит до 8200 экз./м^2. В Петрозаводской губе и Повенецком заливе в связи с прогрессирующей эвтрофикацией увеличилась доля *Lampodrilus hoffmeisteri* Clap., *P. hammoniensis* и *T. tubifex.*

Как хорошо известно, важнейшим фактором, обусловливающим формирование биоты, несомненно являются геологические преобразования и вызванные ими климатические изменения. Именно они формируют общую флористическую и фаунистическую картины района. Для восстановления более точной геологической обстановки иногда с успехом используют не только палеонтологические данные, но и показатели строения, физиологии, экологии, зоогеографии и другие характеристики рецентных форм. Они могут или подтвердить, или опровергнуть представления геологов.

Так, плиоцен и плейстоцен Фенноскандии характеризуются сложной геологической историей, целым рядом ледниковых периодов, трансгрессий и регрессий морей, их осолонениями и опреснениями. Характер и хронология этих событий, их влияние на биоту не всегда оцениваются однозначно. В частности, такие вопросы, как существование Йольдиевого моря, наличие Ловенового пролива, соединяющего Балтийское море с Белым, связь с морем Ладожского и Онежского озер и др., все еще являются предметом оживленных дискуссий. В последнее время ряд исследователей отвергают идею существования Ловенового пролива, но не в состоянии объяснить, какими путями в Ладожское озеро проникли высокоарктические виды, например, тюлени, а в Белое море – теплолюбивые. Если отрицать существование Йольдиевого моря, то трудно понять факт нахождения на его предполагаемой территории ископаемых высокоарктических холодолюбивых моллюсков (йольдий), обитающих на больших глубинах Белого моря при постоянной отрицательной температуре.

Крайне интересны различия в строении морских реликтовых форм Ладожского и Онежского озер. В Ладожском озере они сохраняют больше общих черт со своими морскими предшественниками. Это объясняется более ранним опреснением вод Онежского озера, чем Ладожского – связь Ладожского озера с морем прекратилась на несколько тысячелетий позже, чем Онежского [Ломакина, 1952; Дятлов, 2002 и др.] – или более ранним их вселением из моря в Онежское озеро, чем в Ладожское, где они еще не успели полностью приобрести пресноводный облик. Но при обсуждении этого вопроса почему-то не учитывается факт почти в два раза большей минерализации вод Ладожского озера, чем Онежского. Возможно, именно это и способствует большему сохранению у ладожских видов сходств с морскими формами. Отсутствие тюленя в Онежском озере, вероятно, также объясняется низкой минерализацией его воды (и, что не исключено, и более бедной кормовой базой). Для успешного содержания ладожского тюленя в океанариуме необходима

более высокая минерализация воды, для чего добавляется морская соль. Возможность существования тюленя в Байкале, наверное, также связана со сравнительно высокой минерализацией его вод. Это же, вероятно, является причиной отсутствия в Онежском озере морского таракана, дафнии магна и др.

Предполагается, что Онежское и Ладожское озера лишь единожды были связаны с морем, вероятно с Мгинским, но нахождение в окрестностях Петрозаводска, даже в поверхностных слоях почвы, хорошо сохранившихся раковин морских моллюсков позволяет предположить и более поздние связи озера с морем. Пока этот вопрос, как и некоторые другие, еще не имеет однозначного решения.

Литература

Александров Б. М. Двустворчатые моллюски озер Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л.: Наука, 1965. С. 96–110.

Берг Л. С. О распространении рыбы Myoxocephalus quadricornis (L.) из семейства Cottidae и о связанных с этим вопросах // Избр. труды. Т. 5. Общая биология, биогеография и палеоихтиология. М.: АН СССР, 1962. С. 160–174.

Берг Л. С., Правдин И. Ф. Рыбы Кольского полуострова // Берг Л. С. Избр. труды. Т. 4. Ихтиология. М.; Л.: АН СССР, 1961. С. 336–356.

Березина Н. А., Панов В. Е. Вселение байкальской амфиподы Gmelinoides fasciatus (Stebbing) в Онежское озеро // Зоол. журн. 2003. Т. 82, вып. 6. С. 731–731.

Бискэ Г. С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск, 1959. 308 с.

Богуцкая Н. Г., Кудерский Л. А., Насека А. М., Сподарева В. В. Пресноводные рыбы России за пределами исторических ареалов: обзор типов интродукций и инвазий // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: ЗИН РАН, 2004. С. 155–171.

Боровикова Е. А. Филогеография ряпушек Coregonus albula (L.) и C. sardinella Valenciennes европейского севера России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 28 с.

Боровикова Е. А., Махров А. А. Обнаружение гаплотипа митахондриальной ДНК, характерного для сибирской ряпушки (Coregonus sardinella Valenciennes 1848), в популяции европейской ряпушки C. albula (Linnaeus 1758) Водлозера (бассейн Балтийского моря) // Изв. РАН. Сер. Биологическая. 2009. № 1. С. 95–99.

Боровикова Е. А., Махров А. А. Систематическое положение и происхождение сигов (Coregonus, Coregonidae, Osteichthyes) Европы. Генетический подход // Усп. соврем. биологии. 2009.Т. 129, № 1. С. 58–66.

Виноградов Г. А. Осмотическая регуляция некоторых реликтовых ракообразных в связи с особенностями их экологии и происхождения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1973. 21 с.

Виноградов Г. А. Осмотическая регуляция некоторых ледниковых реликтовых ракообразных в связи с особенностями их экологии и происхождения // Соленосные адаптации водных организмов. Исследование фауны морей. 1976. Т. 17 (25). С. 167–209.

Герд С. В. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии // Тр. Карело-финского отделения ВНИОРХ. 1946. Т. 2. С. 27–139.

Гордеев О. Н. Реликтовые ракообразные озер Карелии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1949. 14 с.

Гордеев О. Н. Биология и экология реликтового рачка *Pontoporeia affinis* Linolstr. в озерах Карелии // Учен. зап. Карело-Финск. ун-та. Сер. Биологическая. 1952. Т. 4, № 3. С. 98–109.

Гордеев О. Н. Высшие ракообразные озер Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л.: Наука, 1965. С. 153–172.

Гурьянова Е. Ф. К вопросу о происхождении и развитии фауны Полярного бассейна // Изв. АН СССР. Сер. Биологическая. 1939. Вып. 5. С. 679–704.

Гурьянова Е. Ф. Индивидуальная и возрастная изменчивость морского таракана и ее значение в эволюции рода *Mesidothea* // Тр. ЗИН АН СССР. 1946. Т. 8 (1). С. 105–146.

Гурьянова Е. Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных стран. М.; Л.: АН СССР, 1951. 1030 с.

Давыдова Н. Н. Диатомовая флора голоценовых отложений Ладожского озера // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М., 1968. С. 97–102.

Давыдова Н. Н. Комплекс диатомей в донных отложениях Онежского озера // Палеолимнология Онежского озера. Л., 1976. С. 130–158.

Деньгина Р. С., Стальмакова Г. А. О реликтовой мизиде Ладожского озера // Биологические ресурсы Ладожского озера (зоология) Л.: Наука, 1968. С. 105–116.

Дятлов М. А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2002. 281 с.

Зенкевич Л. А. Некоторые моменты зоогеографии северного Полярного бассейна в связи с вопросом о его палеографическом прошлом // Зоол. журн. 1933. Т. 12, вып. 4. С. 17–34.

Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. М.: АН СССР, 1963. 739 с.

Кауфман Б. З. Преферентное поведение беспозвоночных. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1995. 205 с.

Кауфман Б. З. Галопреферентное поведение некоторых водных беспозвоночных // Экология. 1996. № 1–2. С. 52–57.

Кауфман З. С. Происхождение биоты континентальных водоемов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. 258 с.

Квасов Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 278 с.

Квасов Д. Д. Происхождение котловин современных озер и их классификация // История озер СССР: Общие закономерности возникновения и развития озер. Л.: Наука, 1986. С. 20–27.

Квасов Д. Д. Ладожское озеро. Развитие представлений об истории озера // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990. С. 8–11.

Китаев С. П., Стерлигова О. П. О зоогеографии рыб пресных водоемов Фенноскандии // Тр. Карельского НЦ РАН. Сер. Б. Вып. 2. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2001. С. 167–174.

Кудерский Л. А. Некоторые особенности географического распространения рыб в водоемах западной части бассейна Белого моря // Материалы по зоогеографии Карелии. 1961а. Вып. 1. С. 3–7.

Кудерский Л. А. Материалы по зоогеографии рыб внутренних водоемов Карелии // Там же. 1961б. С. 19–33.

Кудерский Л. А. Роль приледниковых водоемов в формировании ихтиофауны Северо-Запада европейской части СССР // Восьмая сессия ученого совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера»: Тез. докл. Петрозаводск, 1969. С. 93–94.

Кудерский Л. А. О происхождении реликтовой фауны в озерах Северо-Запада европейской части СССР // Известия ГосНИОРХ. 1971. Т. 76. С. 113–124.

Кудерский Л. А. О путях проникновения реликтовой фауны в озера Балтийско-Беломорского бассейна // Там же. 1972. Т. 82. С. 111–115.

Кудерский Л. А. История Ладожского и Онежского озер по данным об ихтиофауне // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990а. С. 63–65, 106–108.

Кудерский Л. А. История Ладожского и Онежского озер по данным о фауне высших ракообразных // Там же. 1990б. С. 66–67, 108–110.

Кудерский Л. А. Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // Вопр. рыбоводства. 2001. № 1 (5). С. 6–85.

Кудерский Л. А. История формирования ихтиофауны больших озер бассейна Финского залива // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. СПб., 2003. С. 468–474.

Кудерский Л. А. Пути формирования ихтиофауны Онежского озера // Тр. Карельского НЦ РАН. Вып. 7. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2005. С. 128–141.

Лак Г. Ц. Диатомовая флора морских и озерных надморенных отложений в котловине Ладожского озера. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1976. 64 с.

Лак Г. Ц. Экологические особенности ископаемой диатомовой флоры северо-восточного побережья Ладожского озера. Петрозаводск, 1980. 78 с.

Ломакина Н. Б. Происхождение ледниковых реликтовых амфипод в связи с вопросом о позднеледниковом Беломорско-Балтийском соединении // Учен. зап. Карело-Финского ун-та. 1952. Т. 4, вып. 3. С. 110–127.

Махров А. А., Болотов И. Н. Пути расселения и видовая принадлежность пресноводных животных Севера Европы (обзор молекулярно-генетических исследований) // Генетика. 2006. Т. 42, № 10. С. 1319–1334.

Наумов А. Д., Бергер В. Я. Колонизация Белого моря различными видами в голоцене: естественная и антропогенная составляющая // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб., 2004. С. 223–231.

Орлова М. И., Тирриот Т. У., Протасов А. А., Шакирова Ф. М. Основные причины сходства и различия инвазий родственных видов на примере Dreissena polimorpha и D. bugensis (Bivalvia, Dreissenidae) // Там же. 2004. С. 130–155.

Первозванский В. Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железнорудного месторождения. Петрозаводск: Карелия, 1986. 216 с.

Первозванский В. Я. Редкие и охраняемые рыбы в Красной книге Республики Карелия // Тр. Карельского НЦ РАН. 2009. № 1. Сер. Биогеография. Вып. 8. С. 81–89.

Петрова Т. Н., Старобогатов Я. И. Ладожское озеро. История озера по данным о фауне моллюсков // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990. С. 67–70.

Попченко В. И. Зоогеография водных олигохет Европейского Севера СССР // Водные малощетинковые черви: Материалы 4-го всесоюз. симпоз. (Тбилиси, 5–7 окт.). Тбилиси: Мецниереба, 1983а. С. 91–95.

Попченко В. И. История озера по данным о фауне олигохет // Там же. 1983б. С. 70–72.

Попченко В. И. Водные малощетинковые черви севера Европы. Л.: Наука, 1988. 287 с.

Попченко В. И. История Ладожского и Онежского озер по данным олигохет // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990. С. 70–72, 112–113.

Решетников Ю. С. О центрах возникновения и центрах расселения в связи с распределением числа видов по ареалу на примере сиговых рыб // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г. В. Никольского). М.: КМК, 2010. С. 62–87.

Рябинкин А. В., Полякова Т. Н. Макрозообентос озера и его роль в питании рыб // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 67–91.

Савваитова А. В. О структуре вида у рыб высоких широт (на примере гольцов рода *Salvelinus* (Salmonidae, Salmoniformes)) // Современные проблемы ихтиологии. М.: Наука, 1981. С. 106–124.

Старобогатов Я. И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов Земного шара. Л.: Наука, 1970. 372 с.

Тимм Т. Малощетинковые черви (Oligochaeta) водоемов Северо-Запада СССР. Таллин, 1987. 229 с.

Ярвекюльг А. А. К вопросу об арктической фауне и ее истории в Балтийском море // Океанология. 1962. Т. 2, № 2. С. 327–333.

Hogböm A. G. Über die arktische0n Elemente in der aralcaspischen Fauna, ein tiergeographisches Problem // Bull. Geol. Inst. Upsala. 1917. Vol. 14. S. 241–261.

Salemaa H. Poliploidy in the evolution of the glacial relict *Pontoporeia* sp. (Amphipoda, Crustacea) // Hereditas. 1984. Vol. 100. P. 56–60.

Salemaa H., Heino T. Cromosome numbers of Fennoscandian glacial relict Crustacea // Ann. Zool. Fennici. 1990. Vol. 27, N 3. P. 207–210.

Segesträle S. G. The immigration and prehistory of the glacial relicts of Eurasia and Nord America. A servei and discussion of modern views // Intern Rev. Hydrobiol. Hydrog. 1962. Vol. 47. 1. P. 1–25.

Sendek D. S. The origin of sympatric form of European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in Lake Ladoga based on comparative genetic analysis of populations in Nord-West Russia // Ann. Zool. Fennici. 2004. Vol. 41. P. 25–39.

Väinölä R. Silling species and phylogenetic relationships of *Mysis relicta* (Crustacea, Mysidacea) // Ann. Zool. Fennici. 1986. Vol. 23. P. 207–221.

Väinölä R. Molecular and scales for evolution of *Mysis* and *Pontoporeia* // Ann. Zool. Fennici. 1990. Vol. 27, N 3. P. 211–214.

Väinölä R., Varsio S. L. Molecular divergence and evolutionary relathionships in *Pontoporeia* (Crustacea, Amphipoda) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1986. Vol. 46. P. 705–713.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Кауфман Залман Самуилович
ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: revzal@mail.ru
тел.: (8142) 576520; (8142) 570659

Kaufman, Zalman
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: revzal@mail.ru
tel.: (8142) 576520; (8142) 570659

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 77–87

УДК 556.072: 556

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Л. А. Руховец[1], Н. Н. Филатов[2]

[1] Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН
[2] Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Работа основана на использовании трехмерных моделей гидротермодинамики и экосистемы Онежского озера для обоснования методов сохранения качества воды в озере. Расчеты выполнены при разных климатических условиях и биогенных нагрузках. Получены оценки ассимиляционного потенциала и предельных нагрузок на озеро для сохранения качества вод. Применяются также математические модели для изучения распространения загрязняющих веществ в озере.

Ключевые слова: Онежское озеро, моделирование, эвтрофирование, загрязнение, ассимиляционный потенциал.

L. A. Rukhovets, N. N. Filatov. APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS TO THE TASKS OF PRESERVATION OF ONEGO LAKE WATER RESOURCES

Three-dimensional models of the Lake Onego ecosystem were used to substantiate the methods of preservation of water quality in the lake. Simulations were performed at different climatic conditions and nutrient load. The spread of pollutants across the lake were studied using mathematical models. Maximum permissible loads were determined.

Key words: Lake Onego, mathematical models, eutrophication, pollution, assimilation potential.

Введение

Задачи сохранения качества водных ресурсов больших стратифицированных озер, таких как Ладожское и Онежское, и других водных объектов суши, таких как реки и небольшие озера, имеют существенные различия, поскольку время реакции крупных озер на внешние воздействия измеряется годами. Это время кратно времени условного водообмена. Для Онежского озера время условного водообмена равно 14 годам. Отсюда следует, что мероприятия по регулированию водопользования, а также сбросы загрязняющих веществ и биогенов (ЗВ и Б) в озеро могут оказывать весьма длительные по времени воздействия на экосистему озера даже после окончания мероприятия (например, после прекращения сброса ЗВ и Б).

Задачу сохранения водных ресурсов Онежского озера можно, с определенной долей условности, разделить на две.

Первая задача связана с развитием процесса антропогенного эвтрофирования Онежского озера. В Онежском озере этот процесс в настоящее время находится в начальной стадии по сравнению с развитием такого процесса в Ладожском озере.

В Ладожском озере процесс антропогенного эвтрофирования начал развиваться после 1962 г., когда стала резко расти фосфорная нагрузка. К началу 1980-х гг. Ладожское озеро перешло из олиготрофного в мезотрофное состояние. После 1983 г. стали приниматься меры

по снижению фосфорной нагрузки. Исследования процесса антропогенного эвтрофирования Ладожского озера представлены в монографиях [Ладожское озеро..., 2002; Rukhovets, Filatov, 2010].

Процесс антропогенного эвтрофирования в Онежском озере затронул, в основном, только губы озера (Петрозаводскую и особенно Кондопожскую). В целом в центральной части озера, в Большом Онего, вода по-прежнему высокого качества [Rukhovets, Filatov, 2010].

Однако рост экономики в Северо-Западном регионе России и в Республике Карелия в частности может привести к росту биогенной нагрузки на Онежское озеро. Поэтому исследования процесса антропогенного эвтрофирования в озере являются весьма актуальными.

Вторая задача связана с загрязнением акватории Онежского озера, основным источником которого являются загрязненные воды, поступающие с речным притоком, а также сточные воды населенных пунктов, расположенных на побережье, прежде всего Петрозаводска, Кондопоги, Медвежьегорска. В принципе решить задачу снижения загрязнения вод озера можно путем прекращения сброса загрязнений. Разумеется, реальное решение этой задачи требует значительных затрат.

Здесь уместно отметить, что процесс антропогенного эвтрофирования большого стратифицированного озера, запущенный ростом биогенной нагрузки, не поддается остановке в короткие сроки даже при значительных затратах на снижение нагрузки. Более того, процесс антропогенного эвтрофирования может продолжаться даже при снижении антропогенной нагрузки до уровня, имевшего место в олиготрофный период состояния озера. Примером может служить Ладожское озеро [Руховец и др., 2010].

Отметим, что обе задачи важны для решения проблемы сохранения водных ресурсов Онежского озера. В данной статье мы рассматриваем некоторые аспекты применения математических моделей для решения задач сохранения водных ресурсов Онежского озера.

Ассимиляционный потенциал природной среды и задача сохранения водных ресурсов

Ассимиляционный потенциал (АП) природной среды – ее самовосстановительная способность по отношению к поступлению в природную среду вещества и энергии в результате хозяйственной деятельности. АП природной среды можно рассматривать как часть национального богатства каждой страны [Путь России в XXI век..., 1999]. АП природной среды России является одним из значимых факторов поддержания устойчивости всей биосферы. Одной из важнейших в проблеме сохранения АП природной среды является проблема сохранения АП крупнейших пресноводных озер.

АП представляет собой особый вид природного ресурса. В этой связи задача получения экономической оценки АП важна как сама по себе, так и в рамках общей оценки природного богатства России [Обоснование стратегий..., 2006].

Применительно к водным ресурсам АП локализован по водным объектам. Для определения экономической оценки АП необходимо предварительно получить его количественную оценку. Представляется достаточно очевидным, что количественные оценки АП неодинаковы для разных озер в силу различия физико-географических условий на их водосборных бассейнах, а также в силу различий их пространственных характеристик.

В качестве количественной оценки АП представляется естественным принять систему лимитов (по ингредиентам) на объемы сброса ЗВ и Б, соблюдение которых сохраняет устойчивость водных экосистем. Задача определения этих лимитов достаточно сложна. Она требует наличия разнообразной информации о водном объекте и использования математических моделей гидродинамики и моделей экосистемы. В этой связи задача получения оценок допустимых уровней сбросов ЗВ и Б и задача оценки АП по ингредиентам по сути совпадают. В данной статье математические модели, представленные далее, используются для определения уровня допустимой биогенной нагрузки на экосистему Онежского озера, расчета распространения загрязнений, приносимых основными реками, впадающими в озеро.

Математические модели гидротермодинамики и экосистемы

К настоящему времени для Онежского озера имеются три трехмерные модели: гидротермодинамики большого стратифицированного озера, переноса пассивной примеси и экосистемы Онежского озера.

Модель гидротермодинамики для Онежского озера была получена путем адаптации модели гидротермодинамики большого стратифицированного Ладожского озера [Astrakhantsev et al., 1998] к конкретным морфометрическим параметрам Онежского озера. В этой работе принимали участие сотрудники ИВПС КарНЦ РАН [Руховец, Филатов, 2004].

Модель переноса пассивной примеси фактически совпадает с трехмерной моделью трансформации трехмерного поля температуры. В силу специфики уравнений геофизической гидродинамики в гидростатистическом приближении расчеты распространения пассивной примеси необходимо проводить одновременно с расчетом гидротермодинамического режима водоема [Астраханцев и др., 2003].

Модель экосистемы Онежского озера [Моделирование экосистемы..., 2004] представляла собой адаптацию модели Ладожского озера, созданной В. В. Меншуткиным и О. Н. Воробьевой (в кн.: [Современное состояние..., 1987]).

С помощью этих моделей был решен ряд задач:

– воспроизведена климатическая циркуляция Онежского озера [Руховец и др., 2006];

– оценено возможное влияние на гидротермодинамический режим озера потепления климата [Филатов и др., 2003; Руховец, Филатов, 2004; Rukhovets, Filatov, 2010];

– оценено возможное влияние глобального потепления климата на функционирование экосистемы Онежского озера [Руховец, Филатов, 2004; Rukhovets, Filatov, 2010].

Как уже отмечалось, с использованием модели гидротермодинамики в работах [Руховец, Филатов, 2004; Руховец и др., 2006] построена климатическая циркуляция Онежского озера, а также еще несколько циркуляций, которые соответствуют различным сценариям возможных изменений климата на водосборе. Всего, таким образом, построено пять циркуляций Онежского озера: климатическая; теплая; теплая с повышенным притоком; теплая с пониженным притоком; холодная. Здесь названия циркуляций соответствуют использованию в расчетах данных о максимальных и минимальных среднемесячных значениях теплозапаса водного тела озера и минимальных и максимальных значениях годового притока в озеро [Rukhovets, Filatov, 2010].

Для каждой из этих пяти циркуляций было воспроизведено с помощью модели экосистемы круглогодичное функционирование экосистемы озера при различных уровнях биогенной нагрузки на водоем [Руховец и др., 2006]. В проведенных вычислительных экспериментах рассмотрены четыре варианта биогенной нагрузки.

Первый вариант соответствовал годовой нагрузке, равной 1003 т P/год и 17 739 т N/год для периодов 1986–1987 и 1992–1997 гг. [Онежское озеро, 1999, с. 62–64]. Анализ внутригодового распределения поступления биогенов в озеро показывает, что это распределение сильно коррелирует с внутригодовым распределением водного притока. Поэтому дополнительное поступление биогенов за счет сточных вод и атмосферных осадков в озеро в модели распределялось в соответствии с указанной связью.

Второй вариант соответствовал годовой нагрузке, имевшей место в 2001–2002 гг.: 786 т P/год и 15 051 т N/год [Руховец и др., 2006]. При этом следует отметить, что снижение биогенной нагрузки, в основном, связано со снижением поступления биогенов с речным притоком.

Для исследования изменений в экосистеме Онежского озера в долгосрочной перспективе были рассмотрены еще третий и четвертый гипотетические варианты биогенных нагрузок. В качестве третьего варианта была взята повышенная биогенная нагрузка, равная 1500 т P/год и 27 000 т N/год, в качестве четвертого – 2000 т P/год и 36 000 т N/год. Эти нагрузки в 1,5 и 2 раза превышают зарегистрированные нагрузки, средние для периода 1992–1997 гг. Авторы исходили из того, что такое увеличение весьма значительно и может реализоваться, если в перспективе резко вырастет валовой региональный продукт (ВРП) и при этом сохранится современный характер экономики и сложившееся отношение к сохранению качества вод в водных объектах.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов представлены на рис. 1–3.

Анализ результатов, представленных в [Руховец, Филатов, 2004; Rukhovets, Filatov, 2010], позволяет сделать два вывода:

– во-первых, при сохранении биогенной нагрузки на уровне 800 т P/год и 1500 т N/год пелагиаль озера должна сохранять свой олиготрофный статус, что позволяет принять эти величины в качестве оценок АП по сбросу фосфора и азота в озеро;

– во-вторых, полученные оценки практически не меняются при возможных изменениях климата на водосборе озера.

Полученные количественные оценки АП могут быть использованы в задачах по обоснованию ставок платежей за сброс биогенов – азота и фосфора – в акваторию озера.

Моделирование распространения загрязнений в Онежском озере

Краткая характеристика современной антропогенной нагрузки на водоем. Воспроизведение процесса загрязнения акватории озера представляется важным для решения задач сохранения и использования его водных ресурсов. Экономический рост в стране, в том числе на водосборе Онежского озера, начавшийся в

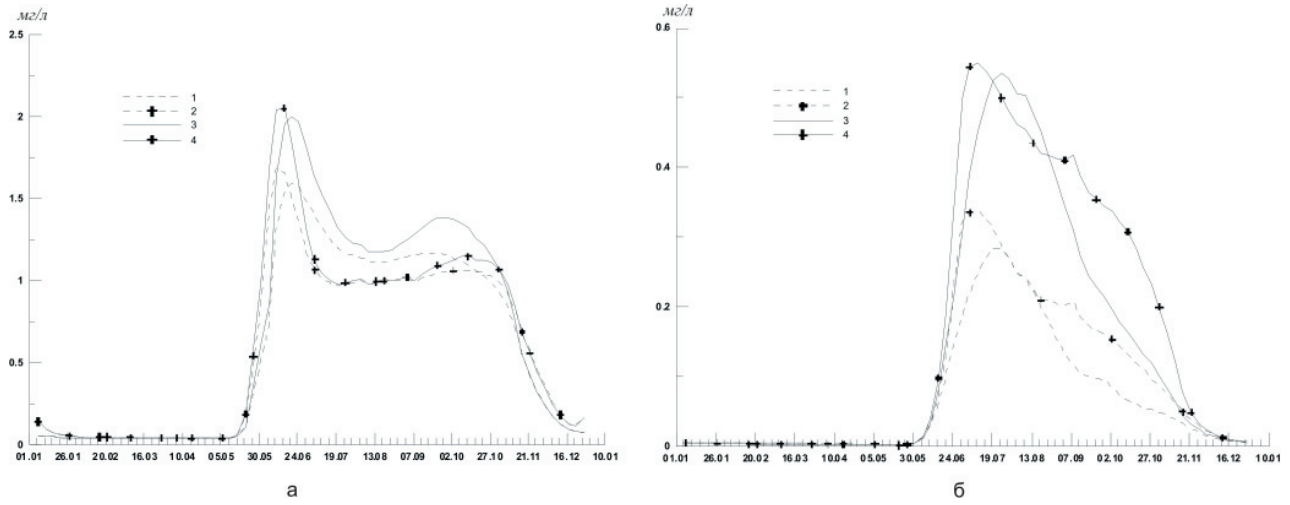


Рис. 1. Среднегодовая динамика общей сырой биомассы фитопланктона, мг/л (а), и общей сырой биомассы зоопланктона, мг/л (б); результаты моделирования при нагрузке 786 т $P_{общ}$/год и 15 051 т $N_{общ}$/год: климатическая циркуляция (1), теплая циркуляция (2); результаты моделирования при нагрузке 1003 т $P_{общ}$/год и 17 739 т $N_{общ}$/год: климатическая циркуляция (3), теплая циркуляция (4)

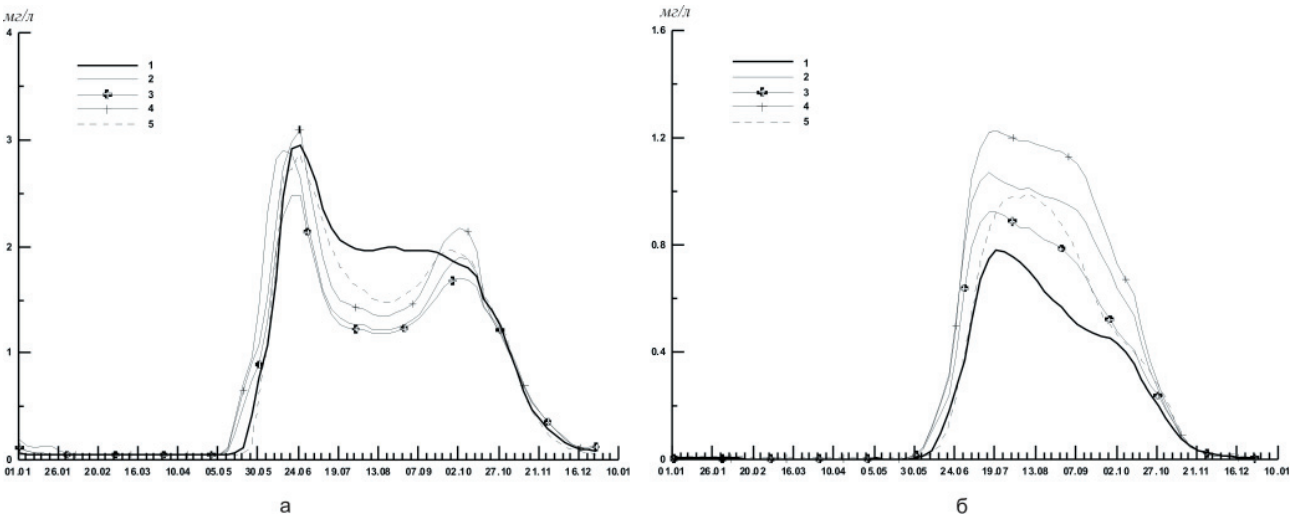


Рис. 2. Среднегодовая динамика общей сырой биомассы фитопланктона, мг/л (а), и общей сырой биомассы зоопланктона, мг/л (б); результаты моделирования при нагрузке 1500 т $P_{общ}$/год и 27 000 т $N_{общ}$/год: климатическая циркуляция (1), теплая циркуляция (2), климатическая циркуляция с повышенным притоком (3), климатическая циркуляция с пониженным притоком (4), холодная циркуляция (5)

1999 г., может со временем привести к усилению антропогенного пресса на водоем. В этой связи исследования загрязнения озера методами математического моделирования, несомненно, актуальны.

Исследования процесса распространения загрязнений Онежского озера специалистами Карельского НЦ РАН начались достаточно давно. Подробно результаты этих исследований представлены в работах сотрудников Института водных проблем Севера КарНЦ РАН [Онежское озеро, 1999].

Загрязнение озера, наряду антропогенным эвтрофированием, является одним из существенных факторов, определяющих качество воды Онежского озера – важного источника питьевого и промышленного водоснабжения. Как отмечается в [Онежское озеро, 1999; Rukhovets, Filatov, 2010], повышение концентрации биогенных элементов, в основном фосфора и отчасти азота, наблюдается только в прибрежной зоне озера, преимущественно в губах и заливах. При этом уже с начала 90-х гг. наблюдается даже снижение концентрации биогенных элементов, как следствие снижения внешней антропогенной нагрузки, связанного с экономическим спадом в период 1990–1999 гг. Так, по данным из [Онежское озеро, 1999, с. 74, табл. 3.12] концентрация $P_{общ}$ в центральной и внешней частях Петрозаводской губы в период 1990–1996 гг. заметно снизилась (во внешней части губы с 30 мкг/л в период

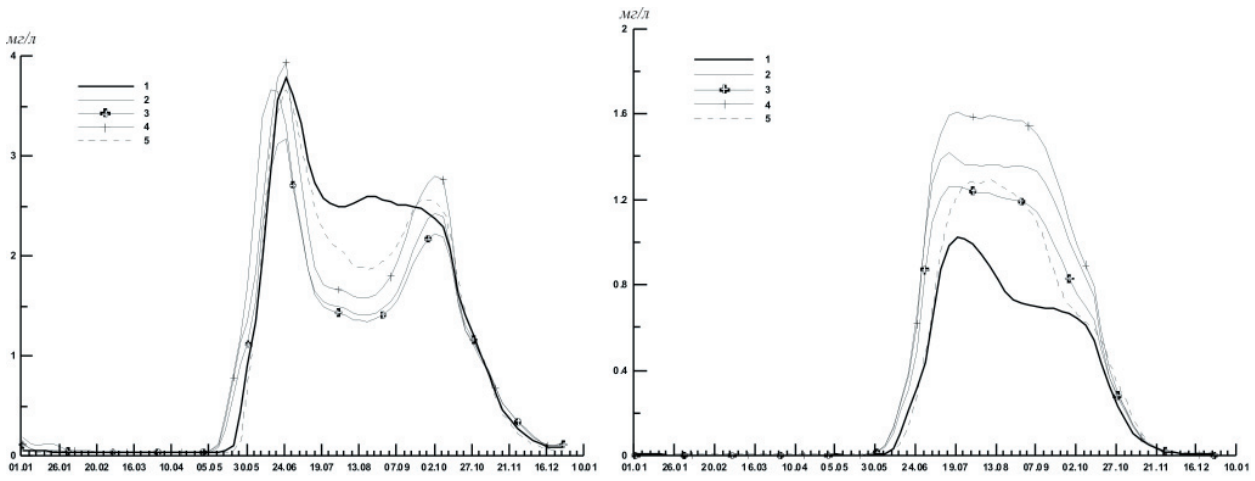


Рис. 3. Среднегодовая динамика общей сырой биомассы фитопланктона, мг/л (а), и общей сырой биомассы зоопланктона, мг/л (б); результаты моделирования при нагрузке 2000 т $P_{общ}$/год и 36 000 т $N_{общ}$/год: климатическая циркуляция (1), теплая циркуляция (2), климатическая циркуляция с повышенным притоком (3), климатическая циркуляция с пониженным притоком (4), холодная циркуляция (5)

1987–1990 гг. до 17 мкг/л). Следует отметить, что основная часть озерной котловины заполнена чистыми олиготрофными водами.

Одним из наиболее значимых факторов загрязнения Онежского озера является поступление в озеро тяжелых металлов (Fe, Cu, Zn, Pb и др.), а также таких металлов, как Mn и Al, которые также важны с точки зрения загрязнения озера. Основным источником поступления металлов в озеро являются воды, поступающие с речным притоком. Следует отметить, что как фоновые концентрации, так и концентрации, связанные с антропогенной нагрузкой, практически по всем перечисленным субстанциям не превышают ПДК. Исключение составляют вершины Петрозаводской и Кондопожской губ [Онежское озеро. Атлас, 2010]. Таким образом, картину загрязнения металлами до какой-то степени можно считать благополучной, однако постоянное воздействие малых доз также опасно для водоема [Израэль, Цыбань, 2008].

Поступление сточных вод в водоем, как правило, привязано к населенным пунктам. Объемы поступления сточных вод определяются численностью и распределением населения в прибрежной зоне озера и развитостью систем очистки сточных вод. К сожалению, КОС имеется только в Петрозаводске [Онежское озеро. Атлас, 2010].

К числу значимых загрязнений Онежского озера относится также нефтяное загрязнение. В особенности оно было существенно до 1991 г. Первые результаты моделирования нефтяного загрязнения в Петрозаводской губе с помощью созданной авторами модели представлены в [Моделирование экосистемы..., 2004]. Характеризуя ситуацию с загрязнением Онежского озера в целом, следует заметить, что за исключением вершинных участков губ и заливов озера, особенно вершинных частей Петрозаводской и Кондопожской губ, качество воды остается хорошим (воды характеризуются как чистые).

Моделирование переноса загрязнений. Для проведения расчетов распространения загрязнений использовались созданные авторами трехмерные модели: модель гидротермодинамики и модель распространения пассивной примеси. Первая из этих моделей [Astrakhantsev et al., 1998] была в 2002 г. адаптирована к проведению расчетов циркуляции и температурного режима Онежского озера. С помощью этой модели была впервые воспроизведена климатическая циркуляция Онежского озера. Подробное описание климатической циркуляции приведено в препринте [Моделирование..., 2003].

Для расчета распространения загрязнений в Онежском озере авторы адаптировали созданную ранее модель распространения пассивной примеси, применявшуюся ими для Ладожского озера [Астраханцев и др., 2003]. Адаптация сводилась к согласованию модели распространения примеси с моделью гидротермодинамики водоема, с помощью которой была построена климатическая циркуляция озера.

Представим кратко математическую модель распространения пассивной примеси в водоеме. Для описания распространения гидродинамически пассивной примеси в водной среде обычно используется следующее уравнение турбулентной диффузии:

$$\frac{\partial C}{\partial t}+u\frac{\partial C}{\partial x}+v\frac{\partial C}{\partial y}+w\frac{\partial C}{\partial z}+\gamma C=\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_x\frac{\partial C}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_y\frac{\partial C}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\nu_z\frac{\partial C}{\partial z}\right)+f(x,y,z,t)$$

с соответствующими краевыми и начальными условиями. Здесь $C(x, y, z, t)$ – концентрация примеси; (u, v, w) – вектор скорости движения воды, γ – коэффициент неконсервативности; v_x, v_y, v_z – коэффициенты турбулентной диффузии; $f(x, y, z, t)$ – функция, описывающая поступление (или сток) примеси.

Созданная в [Астраханцев и др., 2003] соответствующая дискретная модель представляет собой полученную методом сумматорной аппроксимации систему сеточных уравнений, аппроксимирующих краевую задачу для трехмерного уравнения переноса, в котором учтена возможность оседания примеси с постоянной вертикальной скоростью, тем самым учтена и возможность расчета неконсервативной примеси. При этом допускается поступление примеси через поверхность водоема, с речным притоком и от береговых и внутриводоемных источников.

Для новой дискретной модели распространения примеси, согласованной с моделью гидротермодинамики, справедлив точный аналог закона сохранения вещества, что использовалось для контроля счета. Новая модель имеет более высокий порядок аппроксимации, чем созданная авторами ранее аналогичная модель [Астраханцев и др., 1988).

О верификации модели заметим следующее. С вычислительной точки зрения задача о переносе примеси фактически описывается теми же дискретными уравнениями, что и задача о распространении тепла в водоеме. Тот факт, что поле температуры, его эволюция во времени воспроизведены для Онежского озера достаточно достоверно [Моделирование..., 2003], позволяет считать, что и поле концентраций примесей воспроизводится с не меньшей достоверностью. Следует отметить, что расчеты полей концентраций гидродинамически пассивной примеси необходимо проводить совместно с интегрированием гидродинамической модели. Дело в том, что при расчетах распространения примеси необходимо учитывать перемешивание, реализация которого определяется полем температуры. Поэтому при расчетах поле концентраций примеси перестраивается по алгоритму конвективного приспособления одновременно с полем температуры. Совместное интегрирование уравнений гидротермодинамики водоема и уравнения распространения примеси требует значительных временных затрат на проведение расчетов. Учитывая, что расчеты следует провести для значительного числа субстанций, авторы пошли по пути построения так называемых функций влияния (функция влияния на каждый момент времени представляет собой трехмерное поле значений концентрации условной примеси). При моделировании было принято, что постоянно действующим источником поступления загрязнений является речной приток. При этом учитывались только четыре впадающие реки – Шуя, Суна, Водла и Вытегра. Для каждой из этих рек решалась задача о распространении условной примеси, поступающей со стоком этой реки с концентрацией 1 г/л, притом что из остальных рек эта условная примесь не поступает. В результате расчетов были построены зависящие от времени четыре сеточные функции. Их построение состояло в получении для каждой реки периодического решения путем совместного интегрирования системы уравнений гидротермодинамики водоема и уравнения распространения примеси. Построенные функции называются функциями влияния. С их помощью для каждой из субстанций, зная объемы ее поступления из каждой реки, можно получить трехмерные поля распределения каждой из субстанций и их трансформацию во времени.

Результаты расчетов функций влияния представлены на рис. 4–7 для каждой из рек. При этом на каждом из рисунков представлено распределение условной примеси на поверхности водоема для четырех моментов времени – по одному на каждый сезон. На рисунках проведены линии равной концентрации условной примеси (в г/л).

Практическое применение построенных функций влияния, очевидно, сводится к следующему. Для получения трехмерных полей концентрации определенной субстанции каждая из функций влияния умножается на фактическое значение концентрации данной субстанции в воде реки, и суммированием функций влияния получается трехмерное поле распределения данной субстанции на данный момент времени.

Заключение

Как показали результаты моделирования, сохранение олиготрофного статуса озера может быть обеспечено поддержанием поступления биогенов на уровне, не превышающем 800 т P/год и 15 000 т N/год, и строительством комплексов очистных сооружений в городах, расположенных на побережье озера. Вычислительные эксперименты показали, что изменения

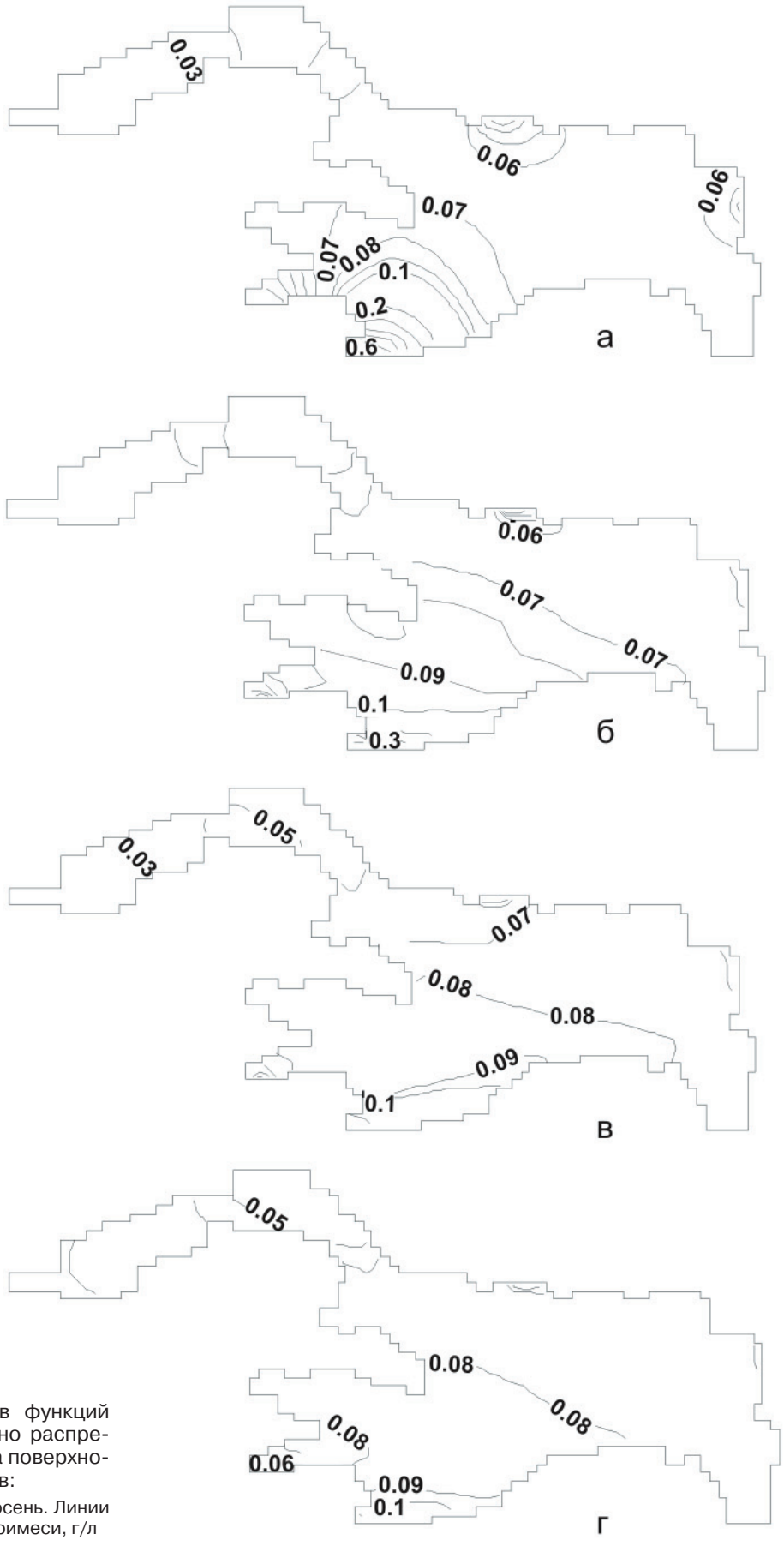


Рис. 4. Результаты расчетов функций влияния р. Шуи. Представлено распределение условной примеси на поверхности озера для четырех сезонов:

а – зима, б – весна, в – лето, г – осень. Линии равной концентрации условной примеси, г/л

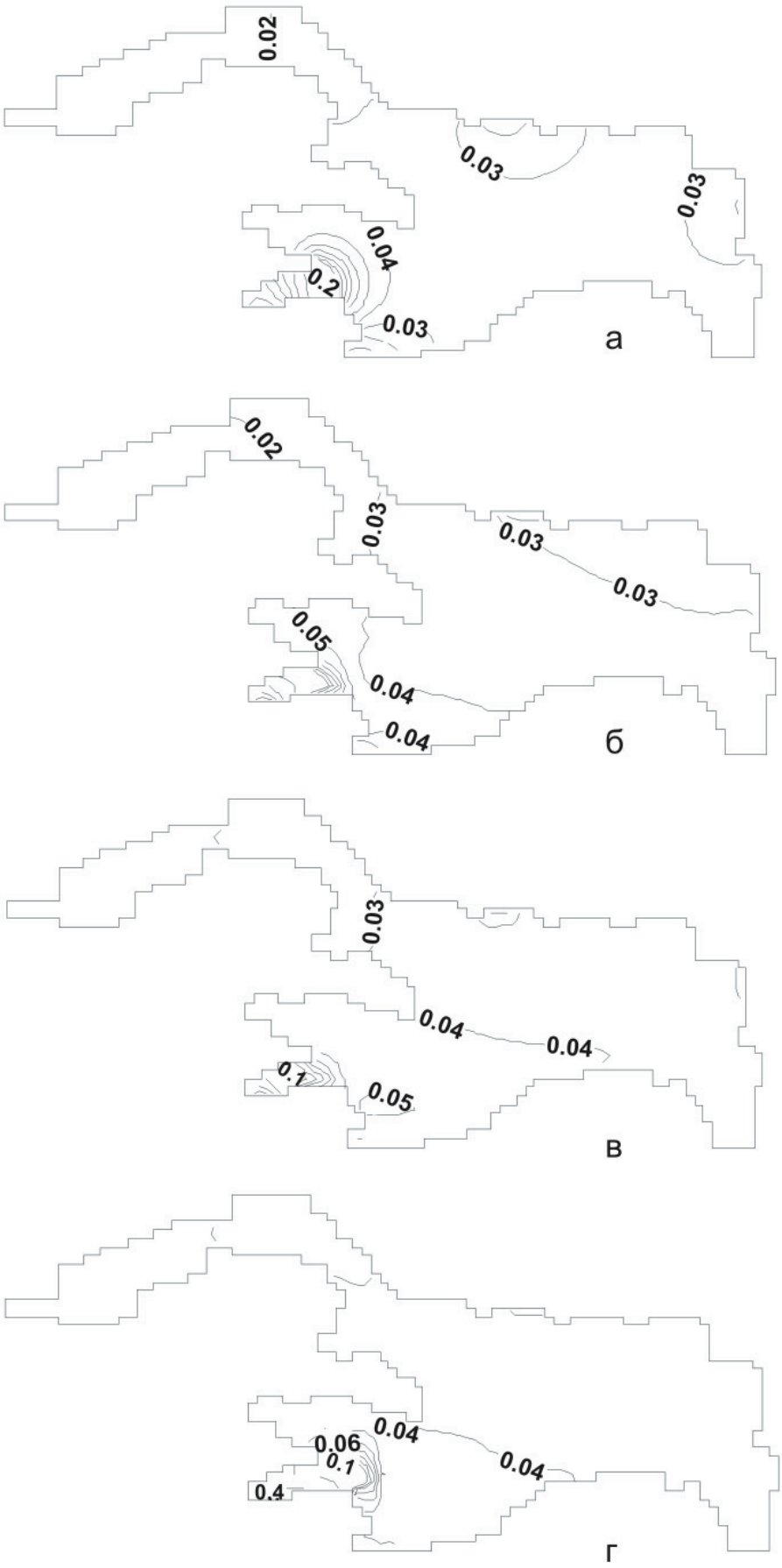


Рис. 5. Результаты расчетов функций влияния р. Суны. Представлено распределение условной примеси на поверхности озера для четырех сезонов:

а – зима, б – весна, в – лето, г – осень. Линии равной концентрации условной примеси, г/л

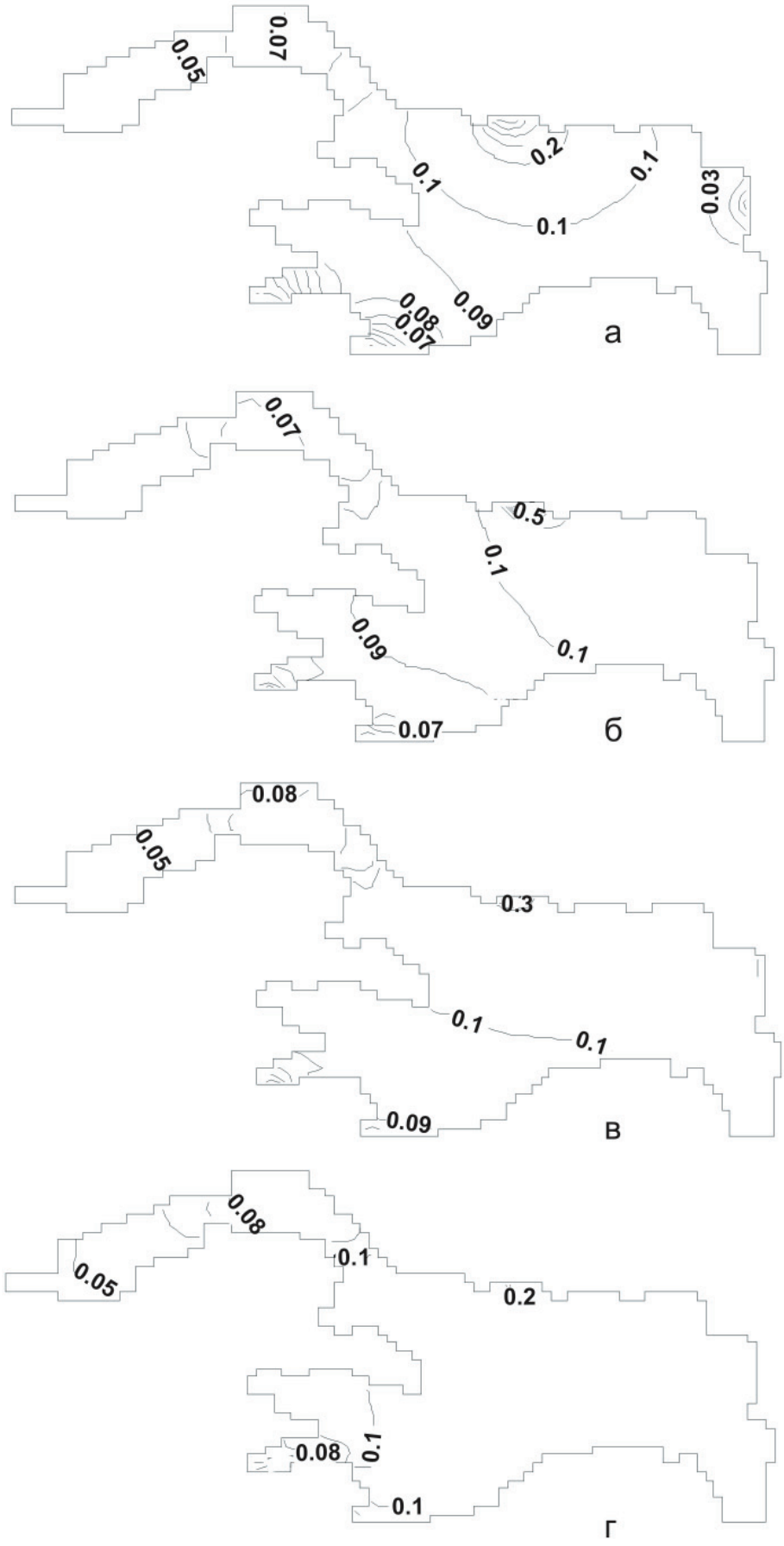


Рис. 6. Результаты расчетов функций влияния р. Водлы. Представлено распределение условной примеси на поверхности озера для четырех сезонов:

а – зима, б – весна, в – лето, г – осень. Линии равной концентрации условной примеси, г/л

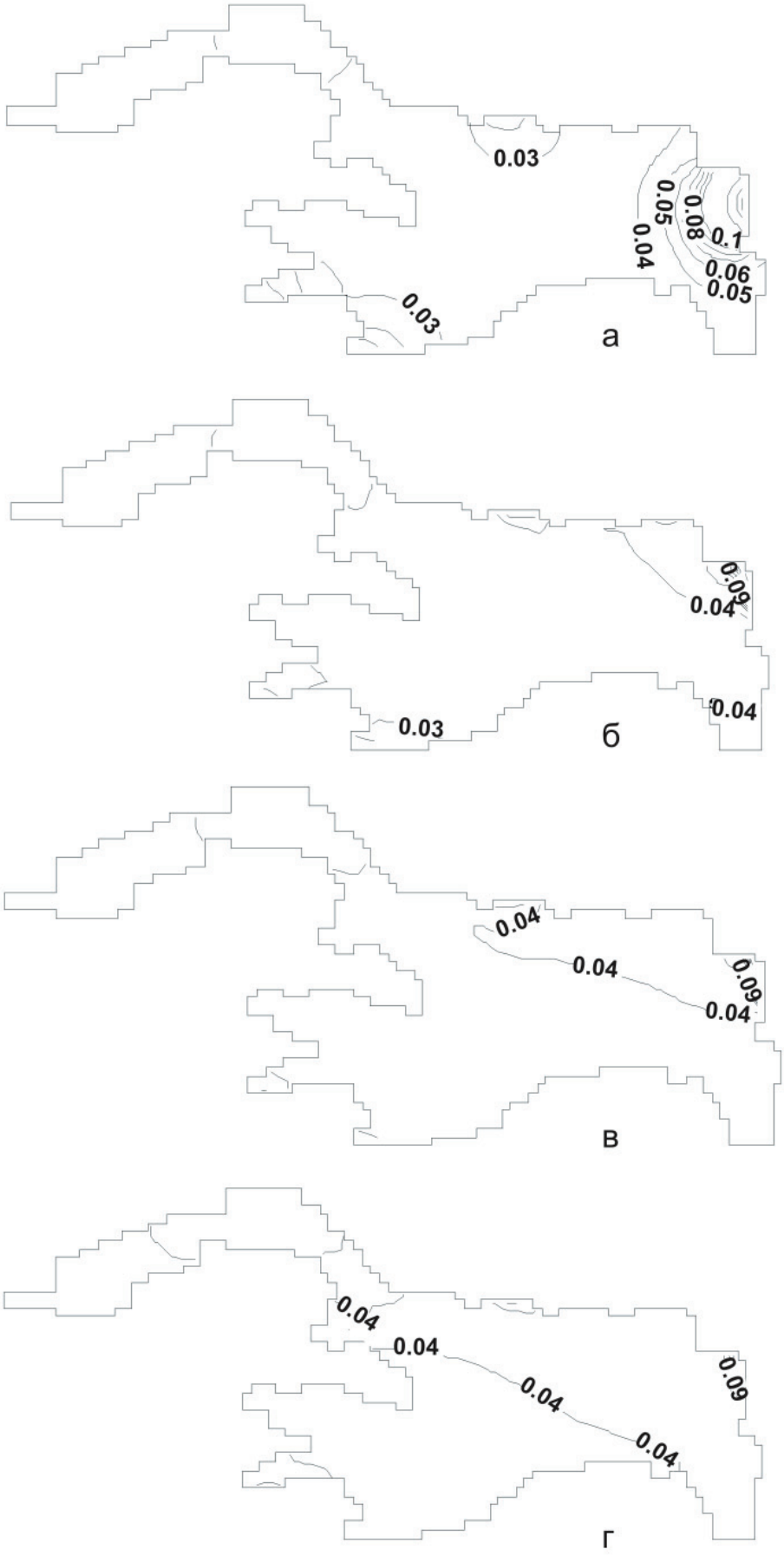


Рис. 7. Результаты расчетов функций влияния р. Вытегры. Представлено распределение условной примеси на поверхности озера для четырех сезонов:

а – зима, б – весна, в – лето, г – осень. Линии равной концентрации условной примеси, г/л

в гидротермодинамическом режиме озера при возможных изменениях климата в целом незначительны. В основном изменения относятся к осеннему периоду и второй половине лета, а изменения в годовой динамике биомассы фитопланктона (основного продуцента в экосистеме Онежского озера) заметны только в осенний период и незначительны. Реакция зоопланктона на изменение температурного режима озера более заметна, чем у фитопланктона, и она имеет место в течение всего вегетационного периода.

Существенно более значимой является реакция экосистемы озера на изменения антропогенной нагрузки, особенно на рост поступления биогенов.

Для основных рек были оценены особенности распространения загрязнений озера для четырех сезонов. Адаптированные авторами модели гидротермодинамики, экосистемы озера и распространения примеси могут быть использованы для создания системы поддержки принятия решений по управлению и сохранению водных ресурсов Онежского озера.

Авторы благодарны коллегам из наших институтов: Г. П. Астраханцеву, В. В. Меншуткину, Т. Р. Мининой, В. Н. Полоскову, А. Ю. Тержевику, вместе с которыми были разработаны и внедрены математические модели для исследования экосистемы Онежского озера и распространения в нем загрязнений, а также М. С. Богдановой за подготовку рисунков. Работа выполнена в рамках грантов РФФИ 10-05-00963, 10.06-00380 и программы фундаментальных исследований № 10 ОНЗ РАН.

Литература

Астраханцев Г. П., Егорова Н. Б., Руховец Л. А. Математическое моделирование распространения примеси в водоеме // Метеорология и гидрология. 1988. № 6. С. 71–79.

Астраханцев Г. П., Меншуткин В. В., Петрова Н. А., Руховец Л. А. Моделирование экосистем больших стратифицированных озер / Под ред. Л. А. Руховца. СПб.: Наука, 2003. 362 с.

Израэль Ю. А., Цыбань А. В. Антропогенная экология океана. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2008. 164 с.

Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В. А. Румянцева и В. Г. Драбковой. СПб.: Наука, 2002. 327 с.

Моделирование Онежского озера для решения задач использования и сохранения его водных ресурсов / Под редакцией Л. А. Руховца и Н. Н. Филатова. СПб.: СПб ЭМИ РАН, 2003. 31 с.

Моделирование экосистемы Онежского озера и распространения загрязнений / Под ред. Л. А. Руховца и Н. Н. Филатова. (Препринт.) СПб.: СПб ЭМИ РАН, 2004. 32 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2007 год / Ред.: Ю. А. Израэль, А. В. Цыбань. М., 2008. 164 с.

Обоснование стратегий управления водными ресурсами / Отв. ред. В. И. Данилов-Данильян. М.: Научный мир, 2006. 335 с.

Онежское озеро / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1999. 294 с.

Онежское озеро. Атлас. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 151 с.

Путь России в XXI век: стратегические проблемы и перспективы российской экономики / Рук. авт. колл. Д. С. Львов. М.: Экономика, 1999. С. 248–249.

Руховец Л. А., Филатов Н. Н. (ред.). Влияние потепления климата на экосистемы больших озер Северо-Запада России (Ладога и Онега). Ч. 2. (Препринт.) СПб., 2004. 40 с.

Руховец Л. А., Филатов Н. Н., Тержевик А. Ю. и др. Онежское озеро сегодня и завтра: опыт математического моделирования // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. С. 127–153.

Современное состояние экосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. А. Петровой и Г. Ф. Расплетиной. Л.: Наука, 1987. 244 с.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Сало Ю. А., Тержевик А. Ю. Оценки возможных изменений климата в бассейне крупнейших озер Европы – Ладожского и Онежского // Влияние потепления климата на экосистемы больших озер Северо-Запада России (Ладога и Онега). Ч. 1 / Под ред. Л. А. Руховца и Н. Н. Филатова. (Препринт.) СПб., 2003. С. 6–22.

Astrakhantsev G. P., Poloskov V. N., Rukhovets L. A. Numerical model of the Lake Ladoga: model of the climatic circulation and ecosystem model // Proceedings of workshop in Helsinki, 1998. May, N 5.1998. P. 80–97.

Rukhovets L. A., Filatov N. N. (Eds.). Ladoga and Onego – Great European Lakes: Observations and Modeling. Springer-Praxis Publishing. 2010. 302 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Руховец Леонид Айзикович
директор СПб ЭМИ РАН, профессор, д. ф.-м. н.
Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН
ул. Чайковского 1, Санкт-Петербург
эл. почта: leor@emi.nw.ru
тел.: (812) 2737953

Филатов Николай Николаевич
директор ИВПС КарНЦ РАН, член-корр. РАН
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: nfilatov@rambler.ru
тел.: (8142) 576381; +79216292222

Rukhovets, Leonid
St. Petersburg Institute of Economics and Mathematics, Russian Academy of Science
1 Chaikovsky St., St. Petersburg
e-mail: leor@emi.nw.ru
tel.: (812) 2737953

Filatov, Nikolai
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nfilatov@rambler.ru
tel.: (8142) 576381; +79216292222

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 88–97

УДК 556.55: 556.5072+597.2/.5

ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ И ОЗЕРНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В. В. Меншуткин

Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН

Предлагаются подходы к модельному описанию озерной системы с учетом гидрологических, гидробиологических и ихтиологических процессов, а также к изучению изолированной популяции окуня с учетом переменного темпа роста и изменения способов питания. Все характеристики представлены в виде лингвистических переменных. Для описания функциональных зависимостей использована элементарная логика. Такой подход позволяет использовать при построении модели словесное описание процессов без математической формализации.

Ключевые слова: логико-лингвистическое моделирование, озерные экосистемы, рыбы.

V. V. Menshutkin. LOGICAL-LINGUISTIC MODELS OF THE FISH POPULATIONS AND LAKE ECOLOGICAL SYSTEMS

We suggest approaches to model-based description of the lake system taking into account the hydrological, hydrobiological and ichthyological processes, as well as to the study of the isolated population of perch taking into account the variable growth rate and modification of feeding modes. All characteristics are presented as linguistic variables. Description of functional relationships is realized as the elementary logic function. This approach requires only verbal description without mathematical formalization.

Key words: mathematical models, lake ecosystems, fish.

Введение

Основу настоящей публикации составляют два положения. Первое – общепризнанное в лимнологии положение о целостности озера как сложной системы. Второе, гораздо менее распространенное, – это положение о том, что все количественные характеристики озера являются достаточно размытыми величинами. Последнее положение неявно учитывается при статистической обработке наблюдений с указанием доверительных интервалов. Однако когда речь идет о параметрах функциональных зависимостей, связывающих отдельные переменные, характеризующие озерную систему, то одних доверительных интервалов оказывается недостаточно. Дело в том, что такие основополагающие параметры, как, например, коэффициенты турбулентной диффузии или коэффициенты смертности гидробионтов, требуют для своего определения достаточно сложных экспериментальных исследований. Использование «литературных» данных, полученных обычно совсем в иных условиях, чем в данном конкретном случае, вносит дополнительную и трудно определимую неопределенность. Высказанные соображения приводят к тому, что создание модели всей системы озера представляется затруднительным при использовании традиционных средств в виде систем дифференциальных или конечноразностных уравнений. Трудность усугубляется еще и тем, что применение потоков энергии как связующего звена всех элементов озерной системы при-

водит к необходимости оперирования величинами, отличающимися на несколько порядков. Так, энергетические потоки теплового баланса озера не сопоставимы с энергетическими потоками в биотической части озерной экосистемы, особенно если дело касается сообществ промысловых рыб.

В настоящей публикации предлагается выход из создавшегося положения при помощи применения логико-лингвистических моделей [Заде, 1976; Поспелов, 1981]. Поскольку применение моделей такого типа еще не получило в лимнологии и гидробиологии широкого распространения, то изложение ведется, начиная с простейших примеров, касающихся хорошо изученных объектов – популяций рыб.

Для читателей, незнакомых с теорией размытых множеств и логико-лингвистических моделей, поясняем, что речь идет об использовании обычных слов естественного языка (в данном случае русского) для описания переменных и их значений в компьютерных программах [Поспелов, 1981]. Такой подход почти неизбежно влечет за собой представление о том, что величины, описываемые терминами «много», «мало», «ничтожно мало», являются размытыми, для их описания приходится применять аппарат нечеткой логики [Заде, 1976].

Подавляющее большинство разработанных к настоящему времени моделей популяций рыб основано на применении математического аппарата дифференциальных или конечноразностных уравнений. Применение традиционных моделей довольно часто встречает возражения и сомнения в их правомочности [Тутубалин и др., 1999], связанные, главным образом, с нереалистичностью результатов моделирования, представляемого в виде точных чисел о количестве особей в популяции на много поколений вперед.

В первой части настоящей работы делается попытка исследования точности традиционной конечноразностной модели популяции рыб с помощью применения в ней математического аппарата размытых чисел. Неутешительные результаты проведенного анализа заставляют обратиться для построения моделей популяций рыб к технологиям искусственного интеллекта, в частности, к современной методике построения экспертных систем [Форсайт, 1987; Попов и др., 1996] и логико-лингвистических моделей [Заде, 1976; Поспелов, 1981]. Экспертные системы начинают применяться в экологических [Salski, 1992] и, в частности, в ихтиологических исследованиях [Chen et al., 2000].

Последующие разделы работы посвящены логико-лингвистическим моделям популяций рыб и всей озерной системы, включающей в себя как гидрологические, так и гидробиологические и ихтиологические процессы.

Модель популяции рыб с использованием размытых чисел

Все числовые величины, которые используются в традиционных моделях популяций рыб, являются величинами приближенными. Например, коэффициенты естественной смертности, определяемые обычно косвенными методами, содержат в себе существенный элемент неопределенности. То же можно сказать и о коэффициентах функций воспроизводства Риккера или Бивертона и Холта. Влияние неопределенности того или иного коэффициента на результат моделирования можно оценить при помощи анализа чувствительности, однако более целесообразно применить математический аппарат преобразования нечетких или размытых чисел [Поспелов, 1986].

Самым простым представлением нечеткого числа является указание диапазона его возможного изменения. Например, численность рыб возраста 3+ оценивается от 500 до 700 особей. Таким образом, каждая величина в модели популяции рыб описывается не одним числом, как обычно, а двумя – верхним (a) и нижним (b) пределом, а сама величина записывается как A (a, b).

Определим арифметические действия над нечеткими числами принятой формы (имеются в виду только положительные числа) [Kaufman, Gupta, 1985].

$$A(a, b) + B(c, d) = C(a+b, c+d) \quad (1)$$

$$A(a, b) - B(c, d) = C(a-b, c-d) \quad (2)$$

$$A(a, b) \cdot B(c, d) = C\ (\min(a \cdot b, a \cdot c, b \cdot c, b \cdot d), \max(a \cdot b, a \cdot c, b \cdot c, b \cdot d)) \quad (3)$$

$$A(a, b) / B(c, d) = C\ (\min(a/b, a/c, b/c, b/d), \max(a/b, a/c, b/c, b/d)) \quad (4)$$

Для иллюстрации применения аппарата нечетких чисел используем очень простую модель популяции рыбы, которая описана в руководстве по практическим занятиям для студентов по ихтиологии [Жаков, Меншуткин, 1982]. Блок-схема этой модели, выполненной на системе моделирования STELLA [Hannon, Ruth, 1997], приведена на рис. 1.

Моделируемая популяция состоит из трех возрастных групп и описывается следующей системой уравнений в конечных разностях (временной шаг модели – один год):

$$E = k \cdot N3_t \cdot (1 - M) \quad (5)$$

$$N3_{t+1} = N2_t \cdot (1 - M) \quad (6)$$

$$N2_{t+1} = N1_t \cdot (1 - M) \quad (7)$$

$$N1_{t+1} = \alpha \cdot E \cdot \exp(-\beta \cdot E), \quad (8)$$

где $N1_t$, $N2_t$ и $N3_t$ – численности рыб в возрасте 1+, 2+ и 3+, M – коэффициент естественной смертности, k – приведенная плодовитость, E – пополнение, M – коэффициент естественной смертности. При точных значениях параметров (например, M = 0,3, k = 100, α = 0,1, β = 0,0001) модель приходит к устойчивому стационарному состоянию, а при уменьшении естественной смертности начинает испытывать незатухающие колебания.

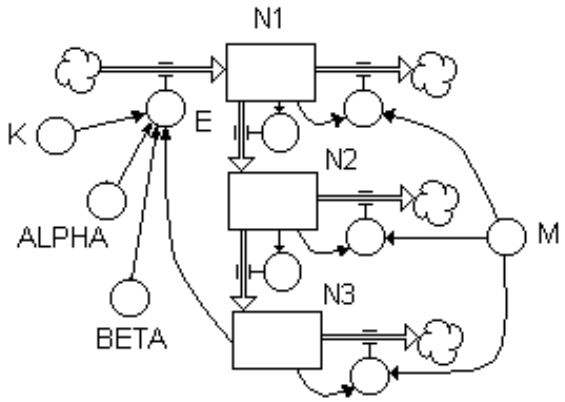


Рис. 1. Блок-схема простейшей модели популяции рыб. Обозначения системы моделирования STELLA

Внесение в рассматриваемую модель популяции рыбы даже очень небольших неопределенностей (M(0,25, 0,35), k(90, 110)) приводит к тому, что по прошествии 3–4 лет численность и возрастная структура популяции становится полностью размытой (рис. 2).

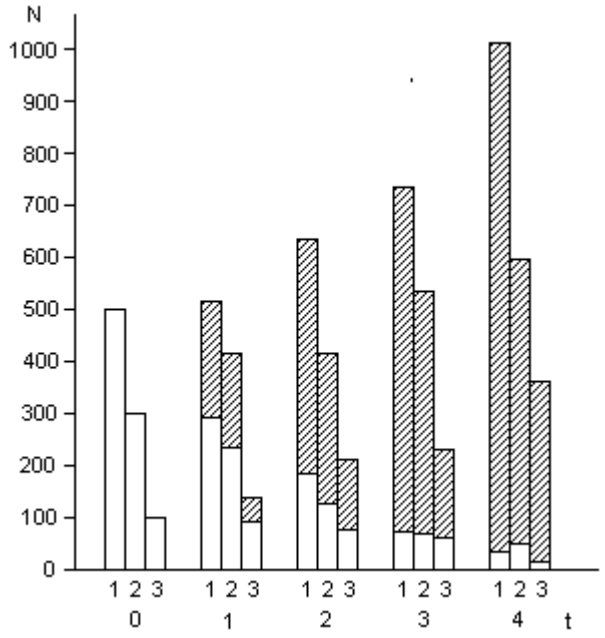


Рис. 2. Динамика возрастной структуры популяции при применении модели с нечеткой арифметикой:

N – численность рыб; t – время в годах; 1 – N1; 2 – N2; 3 – N3. Заштрихована область неопределенности значений численности

Этот пример наглядно показывает, сколь иллюзорными могут оказаться результаты моделирования при помощи «точных» математических моделей. Опытные ихтиологи-практики это хорошо знают и, как правило, не рискуют давать более или менее конкретные прогнозы более чем на один-два года вперед. Выход из создавшегося положения может быть найден путем обращения к аппарату логико-лингвистического моделирования.

Модель популяции рыбы с использованием лингвистических переменных

Понятие лингвистической переменной было введено в науку Люфти Заде [1976], по образному выражению которого применение лингвистических переменных и нечеткой логики есть не что иное, как вычисления при помощи слов [Zade, 1999]. Представим модель популяции рыбы, рассмотренную в начале этой статьи, в виде совокупности операций с лингвистическими переменными. На рис. 3 изображены функции принадлежности (membership function) таких понятий, как «численность рыб очень мала» (1), «численность рыб мала» (2), «численность рыб на среднем уровне» (3), «численность рыб велика» (4), «численность рыб очень велика» (5). Аналогичным образом описываются величины естественной смертности и приведенной плодовитости.

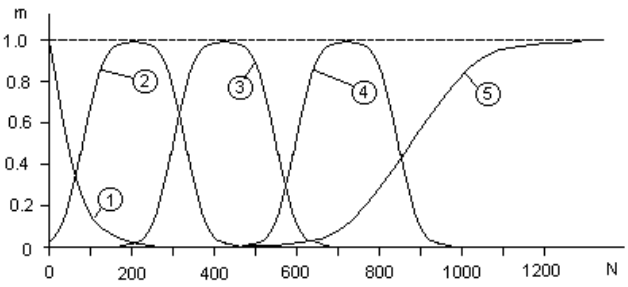


Рис. 3. Функции принадлежности (m) оценок численности рыб (N):

1 – очень низкая, 2 – низкая, 3 – средняя, 4 – высокая, 5 – очень высокая

При интерпретации формул (5)–(8) используется представление каждой функции принадлежности по 10 уровням нечеткости от 0 до 1. Для каждого уровня используются формулы, аналогичные формулам (1)–(4) для размытых чисел, заданных интервалами. В результате таких преобразований получаются унимодальные функции принадлежности, однако в силу нелинейности формулы (8) они перестают быть симметричными. После получения функций принадлежности численности рыб всех возрастных

групп на следующий год, следует перейти от описания переменных в виде функций принадлежности к их словесному описанию по принятой шкале (defuzzyfication). Для этого производится сравнение полученных функций принадлежности с функциями принадлежности, которые соответствуют словесным определениям численности рыб («очень мало», «мало», «средне», «много», «очень много»). Лингвистическая переменная принимает то значение, функция принадлежности которого наиболее близка к полученной в результате преобразований по соотношениям (5)–(8). При таком подходе модель популяции рыб состоит из двух частей – базы знаний и системы логического вывода. В данном случае база знаний – это совокупность высказываний типа: «Если в данный год численность рыб возраста 0+ велика, то на следующий год численность рыб возраста 1+ при среднем значении естественной смертности окажется на среднем уровне», «Если суммарная численность выметанной икры в данном году очень велика, то на следующий год численность рыб в возрасте 0+ будет очень мала» и т. д.

Система логического вывода в данном случае осуществляет поиск в базе знаний необходимого высказывания и его приложение к конкретной ситуации. Некоторые результаты функционирования подобной модели представлены на рис. 4.

Данные исследования логико-лингвистической модели показывают, что с ее помощью можно воспроизвести все эффекты динамики численности популяции, которые могут быть получены с использованием модели, основанной на решении системы дифференциальных уравнений в среде STELLA.

Логико-лингвистическая модель популяции окуня

Рассмотренная модель абстрактной популяции рыб, состоящая из трех возрастных групп, может служить только для иллюстративных целей и не может отразить особенности предлагаемого метода логико-лингвистического моделирования применительно к более конкретным и реалистичным объектам. Поэтому обратимся к примеру изолированной популяции окуня в озере Херя-ярви (Карельский перешеек), которая уже неоднократно использовалась для методических целей [Меншуткин, 1971].

Блок-схема модели изображена на рис. 5. В отличие от предыдущих разработок в этой модели не только численности рыб в возрастных группах (N1–N6), но и темп роста окуня (W2–W6), а также способ питания особей (зоопланктоном, бентосом или собственной молодью) полагаются переменными величинами. Согласно рекомендациям специалистов по искусственному интеллекту [Поспелов, 1986], число градаций для описания количественных величин увеличено до семи («очень велико», «велико», «выше среднего», «средне», «ниже среднего», «низко» и «очень низко»), что более отвечает особенностям человеческого восприятия и мышления. Качественные величины, например способ питания, имеют привычные ихтиологические наименования («планктофаг», «бентофаг», «хищник»).

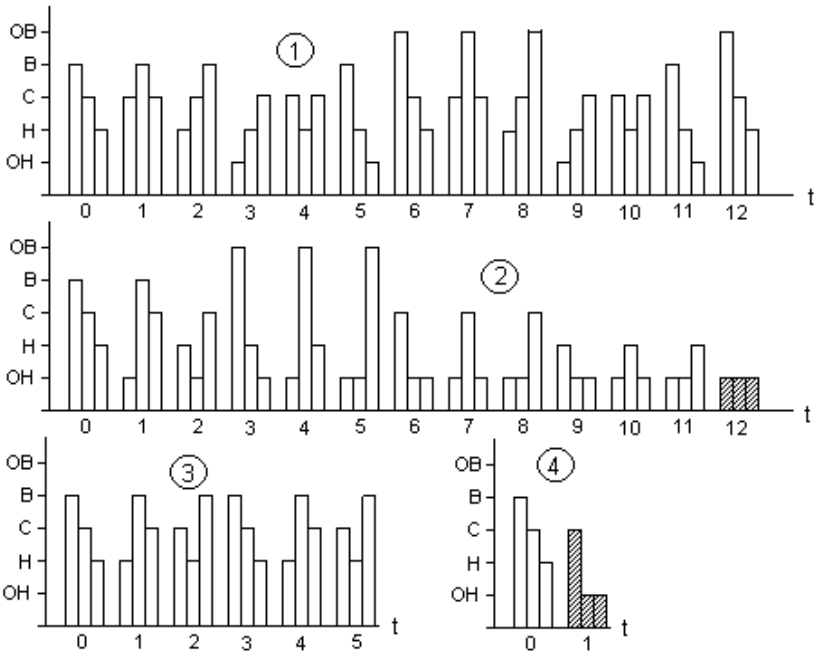


Рис. 4. Динамика возрастных структур модельной популяции. По оси абсцисс – время в годах, по оси ординат – численность рыб (ОВ – очень высокая, В – высокая, С – средняя, Н – низкая, ОН – очень низкая):

1 – естественная смертность очень низкая, приведенная плодовитость очень высокая (незатухающие колебания с периодом в 6 лет); 2 – естественная смертность очень низкая, приведенная плодовитость очень низкая (стационарное состояние); 3 – естественная смертность очень низкая, приведенная плодовитость низкая (незатухающие колебания с периодом в 4 года); 4 – естественная смертность высокая, приведенная плодовитость очень низкая (стационарное состояние)

Приведем примеры высказываний из базы знаний модели, которые обозначены цифрами на рис. 5.

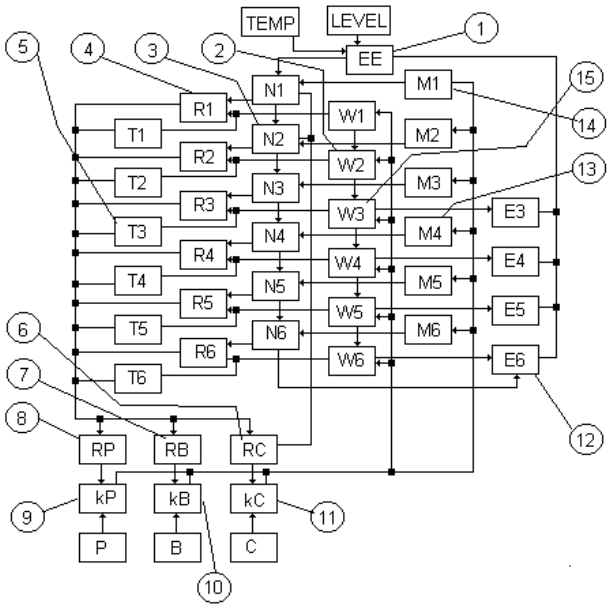


Рис. 5. Блок-схема логико-лингвистической модели популяции окуня:

N1–N6 – численность рыб в возрастных группах; W1–W6 – средняя масса тела особи в возрастных группах; R1–R6 – пищевые потребности; T1–T6 – способ питания (планктофаг, бентофаг или хищник); M1–M6 – смертность рыб в возрастных группах; E3–E6 – плодовитости самок; EE – суммарное количество выметанной икры; P – обилие зоопланктона; B – обилие бентоса; C – кормовая база хищников-каннибалов; kP – напряженность пищевых отношений при питании зоопланктоном; kB – напряженность пищевых отношений при питании бентосом; kC – напряженность отношений каннибализма; RP – суммарные пищевые потребности планктофагов; RB – суммарные пищевые потребности бентофагов; RC – суммарные пищевые потребности хищников-каннибалов. Цифрами обозначены примеры позиций базы знаний, приведенные в тексте

1 «Если суммарное количество выметанной икры (EE) было средним и количество зоопланктона (P) во время перехода личинок на внешнее питание было высоким и температура воды была средней (TEMP), то количество выживших мальков (N1) будет высоким»

2 «Если особи окуня в возрасте 1+ (N2) питаются зоопланктоном (T2) и биомасса зоопланктона в озере низка (P), то темп роста особей (W1) будет низок»

3 «Если численность особей окуня в возрасте 1+ (N2) была высокой и смертность в результате каннибализма особей старших возрастных групп была очень высокой (M2), то к концу года численность годовиков станет низкой»

4 «Если численность особей возраста 1+ (N2) была высокой и исходная масса тела особей (W2) также была высокой, и температура воды в озере (TEMP) была выше средней, то пищевые потребности этой возрастной группы (R2) оцениваются как очень высокие»

5 «Если масса тела особи в возрасте 2+ (W3) была низкой или очень низкой, то особи сохраняли питание зоопланктоном (T3), если масса тела была ниже средней, средней, выше средней или высокой, то особи питались бентосом, и только в случае очень высокой массы тела они переходили на хищное питание»

6 «Суммарные пищевые потребности хищников (RC) очень велики тогда и только тогда, когда на хищное питание перешло не менее трех старших возрастных групп окуня, причем их пищевые потребности оцениваются как высокие или очень высокие»

7 «Суммарные пищевые потребности бентофагов (RB) низки только в тех случаях, когда у всех возрастных групп окуня, питающихся бентосом, пищевые потребности (R1–R6) низки или у половины этих групп они очень низки, а у другой половины – низки или ниже среднего»

8 «Суммарные пищевые потребности планктофагов (RP) находятся на среднем уровне, если пищевые потребности всех возрастных групп в популяции окуня (R1–R6) оцениваются как средние или не больше чем для одной группы такая оценка принимает значение ниже среднего или выше среднего»

9 «Напряженность трофических отношений между популяцией окуня и зоопланктоном (kP) очень велика в том и только в том случае, когда суммарные пищевые потребности планктофагов очень велики, а биомасса зоопланктона очень мала»

10 «Напряженность трофических отношений между популяцией окуня и бентосом (kB) находится на среднем уровне, если суммарные пищевые потребности бентофагов (SB) и биомасса бентоса (B) находятся на среднем уровне или потребности бентофагов и биомасса бентоса оцениваются как ниже среднего, низкая или выше среднего или высокая одновременно»

11 «Напряженность трофических отношений между хищными окунями старших возрастных групп и молодью (kC) является высокой в том случае, когда пищевые потребности каннибалов велики или выше среднего, а ихтиомасса молоди ниже среднего или мала. Другая возможность подобной оценки возникает тогда, когда потребности каннибалов находятся на среднем уровне, но ихтиомасса молоди низка или очень низка»

12 «Плодовитость самок в возрасте 5+ (E6) высока, если масса их тела (W6) также высока»

13 «Естественная смертность окуней в возрасте 3+ (M4) выше средней, если особи этой группы являются планктофагами и напряженность пищевых отношений планктофагов средняя или выше средней, в случае если окуни этой

группы – бентофаги, то необходимо, чтобы напряженность пищевых отношений бентофагов оценивалась как средняя или выше средней, аналогичное требование и в случае хищного питания»

14 «Естественная смертность сеголетков окуня (M1) высока, если или напряженность отношений каннибализма (kC) велика, или напряженность при питании зоопланктоном (kP) высока. Возможен вариант при одновременной средней или выше средней напряженности каннибализма и питания зоопланктоном»

15 «Масса тела окуней в возрасте 2+ (W3) ниже средней в тех случаях, когда в прошлом году масса тела окуней в возрасте 1+ (W2) была средней и напряженность пищевых отношений выше средней или высокой или при средней исходной массе тела напряженность пищевых отношений была выше среднего или высокой. Другой вариант достижения массы тела ниже среднего связан с высокой исходной массой тела и очень высокой напряженностью пищевых отношений»

Всего в базе знаний модели популяции окуня дано 882 высказывания, подобных приведенным. Записаны эти высказывания в символьной форме, а не на естественном языке, что сокращает объем памяти и упрощает работу с базой. Это, однако, никак не влияет на существо дела, поскольку между словесной и символьной формой существует взаимно однозначное соответствие.

Функционирование модели заключается в последовательном поиске в базе знаний нужных правил, которые привели бы от оценки состояния популяции в данный год (N1–N6 и W1–W6) к оценкам для следующего года при учете внешних воздействий в виде температуры (TEMP), условий на нерестилищах (LEVEL), биомассы зоопланктона (P) и бентоса (B). Первоначально определяется трофический статус особей всех возрастных групп, кроме первой, особи которой во всех случаях питаются зоопланктоном. Дальше следует поиск тех правил в базе знаний, при помощи которых можно определить пищевые потребности и напряженность трофических отношений. По известным оценкам напряженности трофических отношений производится поиск тех правил, которые относятся к естественной смертности (включая каннибализм) и темпам роста.

Процесс воспроизводства представлен в модели правилами, связывающими плодовитость самок с массой их тела. Соотношение полов полагается в модели постоянным. Выживание икринок и молоди оценивается по правилам, учитывающим не только суммарное количество выметанных икринок, но и условия на нерестилищах (возможность гибели кладок при падении уровня озера), ситуации с наличием достаточного количества корма для личинок и температуру воды. Годовой цикл завершается переносом данных о состоянии каждой возрастной группы (кроме последней) в раздел данных о следующей возрастной группе.

На рис. 6 представлен пример функционирования рассматриваемой модели популяции окуня. Возникновение периодических незатухающих колебаний возрастной структуры популяции под воздействием каннибализма является свидетельством того, что созданная логико-лингвистическвя модель не входит в противоречие с исследованными ранее моделями того же природного объекта, но с использованием балансового подхода и аппарата уравнений в конечных разностях [Меншуткин, 1971].

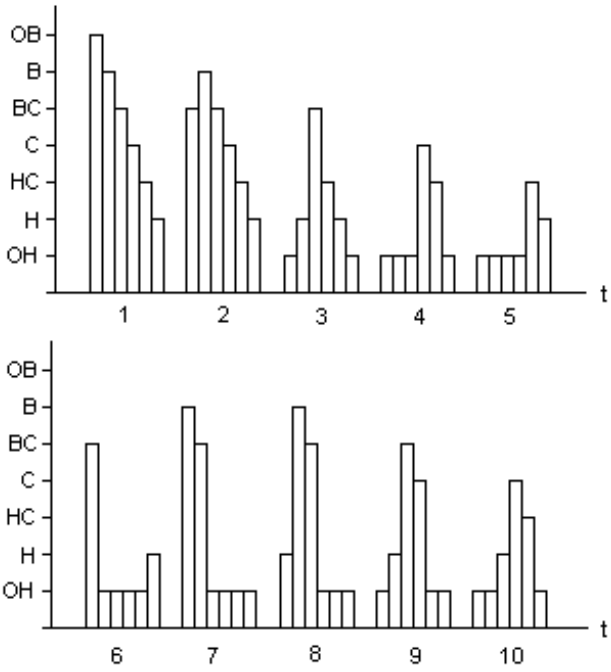


Рис. 6. Динамика возрастной структуры популяции окуня. Численности рыб в возрастных группах даны в виде качественных оценок (OB – очень высокая, B – высокая, BC – выше средней, C – средняя, HC – ниже средней, H – низкая, OH – очень низкая)

При снижении интенсивности каннибализма периодические колебания затухают, и популяция приходит к стационарному состоянию.

Логико-лингвистическая модель экологической системы озера

От модели изолированной популяции рыб естественно перейти к модели озерной экологической системы. В основу предлагаемой модели положены общие закономерности,

полученные для озер Карелии при исследовании экспертной системы, созданной по характеристикам 100 озер [Меншуткин и др., 2009]. Шкалированные величины в данном случае заменяются лингвистическими переменными. Например, биомасса бентоса оценивается как «очень низкая» при ее значениях от 0 до 2 г · м$^{-2}$, «низкая» соответствует значениям от 2 до 5 г · м$^{-2}$, «ниже средней» – от 5 до 15 г · м$^{-2}$, «средняя» – от 15 до 30 г · м$^{-2}$, «выше средней» – от 30 до 50 г · м$^{-2}$, «высокая» – от 50 до 100 г · м$^{-2}$, «очень высокая» – выше 100 г · м$^{-2}$. Операция перехода к нечеткой переменной («фазификация» по: Борисов и др., 2007) осуществляется путем приписывания лингвистическим переменным определенных значений функции принадлежности, которые приводятся в табл. 1.

Связи между переменными (не корреляционные, как при построении экспертной системы, а причинно-следственные) описываются при помощи операций нечеткой логики [Леоненков, 2003]. В данном случае применялись операции нечеткого отрицания, дизъюнкции и конъюнкции. Например, при описании связи первичной продукции фитопланктона с освещенностью и концентрацией биогенов в воде применялась функция конъюнкции, поскольку она соответствует закону максимума Либиха. Для имитации одновременного действия на популяцию рыб естественной и промысловой смертности целесообразно использование функции дизъюнкции как аналога формулы вероятности наступления одного из двух несовместимых событий (действительно, одновременно попасть в сеть и быть съеденной хищником не представляется возможным).

После проведения всех логических операций с величинами, характеризующимися значениями функции принадлежности, наступает фаза обратного перехода от нечетких величин к лингвистическим переменным (так называемая «дефазификация»). Происходит это согласно данным табл. 1.

Блок-схема модели озера представлена на рис. 7.

Согласно классическим лимнологическим представлениям [Богословский, 1960], в сезонном цикле динамики озера выделяются следующие периоды: ледостав, весенняя циркуляция, летняя стагнация (с выделением времени нагрева и охлаждения) и осенняя циркуляция. Для каждого временного периода (кроме периода ледостава) оцениваются составляющие теплового потока на границе между водой и атмосферой. Полагается, что радиационный баланс (QR) определяется исходя из значения балла облачности (CA). Заметим, что для определения составляющих теплового баланса озера существуют достаточно обоснованные количественные зависимости [например, Верболов и др., 1965], однако в данном случае важна только тенденция для сохранения единообразия с теми зависимостями, для которых таких количественных зависимостей не установлено.

Приведем примеры из базы знаний модели с использованием обозначений переменных на рис. 7.

1. Время разрушения ледяного покрова (A1) наступает тем позже, чем ниже температура воздуха в зимний период (TA1) и чем меньше скорость ветра в период, предшествующий вскрытию озера (WA1).

2. Коэффициент турбулентной диффузии в пограничном слое атмосферы над озером в начальный период летней стагнации (K3) тем больше, чем выше скорость ветра в этот период (WA3) и температура воздуха (TA3). Вернее было бы учитывать разность температур воды и воздуха, но температура поверхности воды изменяется в меньших пределах, чем температура воздуха.

3. При определении теплового баланса в период охлаждения во время летней стагнации (Q4) учитывается, что турбулентный поток тепла (QT4) направлен от воды в атмосферу, в противоположность тому, что имело место в предыдущий период. Радиационный баланс (QR4) и затраты тепла на испарение (QD4) сохраняют свой знак.

4. Концентрация биогенов (в основном минерального фосфора, растворенного в воде) в период весенней циркуляции (B2) определяется концентрациями биогенов в зимний период (B1) и поступлением с водосбора (BA2).

5. Первичная продукция фитопланктона в период весенней циркуляции (P2) определяется концентрацией биогенов (B2) и интенсивностью солнечной радиации, проникающей в воду. Последняя величина полагается обратной среднему баллу облачности в этот период (CA2).

Таблица 1. Соотношение шкалированных значений, лингвистических переменных и функции принадлежности

Шкала	1	2	3	4	5	6	7
Лингвистическая переменная	«очень низкая»	«низкая»	«ниже средней»	«средняя»	«выше средней»	«высокая»	«очень высокая»
Значение функции принадлежности	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0

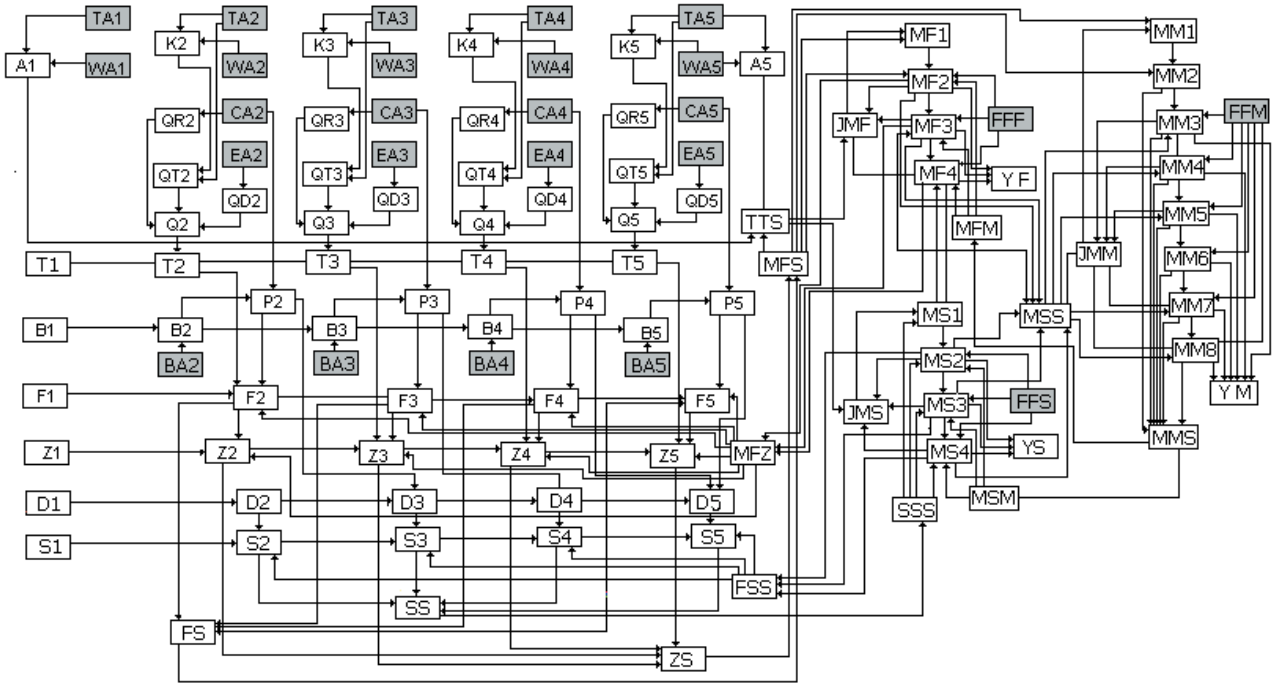


Рис. 7. Блок-схема логико-лингвистической модели озера. Внешние воздействия на водоем (на схеме отмечены серым цветом):

TA1–TA5 – температура воздуха; WA1–WA5 – скорость ветра; CA1–CA5 – облачность; EA2–EA5 – влажность воздуха; BA2–BA5 – поступление биогенов с водосбора озера; FFF, FFS, FFM – интенсивности промысла рыб-планктофагов, рыб-бентофагов и хищных рыб. Промежуточные переменные: K2–K5 – коэффициент турбулентной диффузии на границе «вода – воздух»; QR2–QR5 – радиационный баланс; QT2–QT5 – турбулентный поток тепла между поверхностью озера и атмосферой; QE2–QE5 – затраты тепла на испарение; Q2–Q5 – тепловой баланс озера; T1–T5 – температура поверхностных слоев воды; B1–B5 – концентрация растворенных биогенов в воде озера; P2–P5 – интенсивность развития фитопланктона (первичная продукция); F1–F5 – биомасса зоопланктонных фильтраторов; Z1–Z5 – биомасса хищного зоопланктона; S1–S5 – биомасса бентоса; D1–D5 – концентрация в воде мертвого органического вещества (детрита); TTS – среднегодовая температура воды; FS – годовая продукция планктонных фильтраторов; ZS – годовая продукция хищного зоопланктона; SS – годовая продукция бентоса; MF1–MF4 – биомассы возрастных групп рыб-планктофагов; JMF – воспроизводство рыб-планктофагов; MS1–MS4 – биомассы возрастных групп рыб-бентофагов; JMS – воспроизводство рыб-бентофагов; SSS – ихтиомасса рыб-бентофагов; MM1–MM8 – биомассы возрастных групп хищных рыб; JMM – воспроизводство хищных рыб; MSS – YF – вылов рыб-планктофагов, YS – вылов рыб-бентофагов, YM – вылов хищных рыб

6. Развитие зоопланктонных фильтраторов в период летней стагнации (F3) определяется, с одной стороны, их биомассой в предыдущий период (F2) и обилием корма в виде фитопланктона (P3), но, с другой стороны, воздействием потребителей в виде рыб-планктофагов (MFZ) и хищного зоопланктона. Кроме этого, на развитие фильтраторов оказывает влияние температура воды (T3).

7. Развитие хищного зоопланктона в период летней стагнации (Z3) определяется кормовой базой в виде зоопланктонных фильтраторов (F3), температурой воды (T3) и давлением со стороны рыб-планктофагов (MFZ).

8. Биомасса бентоса (S3) зависит от поступления мертвого органического вещества – детрита (D3) и воздействия со стороны рыб-бентофагов (FSS).

9. Ихтиомасса рыб-планктофагов возраста 2+ (MF3) определяется ихтиомассой тех же рыб возраста 1+ в предыдущем году (MF2), а также воздействием со стороны хищных рыб (MSS) и промысла (FFF). Кроме этого, учитываются кормовые условия (MFS).

10. Воспроизводство рыб-планктофагов (JMF) зависит от величины нерестового стада (MF2, MF3, MF4) и температурных условий в водоеме (TTS).

11. Ихтиомасса хищных рыб возраста 4+ (MM5) определяется ихтиомассой тех же рыб возраста 3+ в предыдущем году (MM4), а также воздействием со стороны промысла (FFM). Кроме этого, учитываются кормовые условия (MSS).

12. Величина вылова хищных рыб (YM) зависит от ихтиомассы хищных рыб (MM3, MM4, MM5, MM6, MM7, MM8) и интенсивности промысла (FFM).

В табл. 2 представлены результаты исследования реакции модели озерной системы на изменение входных переменных. Резкое увеличение температуры воздуха (TA) приводит не только к повышению температуры воды, но и к росту биомассы планктона и бентоса. Через 2–3 года после резкого потепления увеличивается и ихтиомасса рыб. Увеличение скорости ветра (WA) ведет к аналогичным последствиям, но в меньшем размере. Снижение среднего балла облачности над озером (CA) и, как следствие,

увеличение инсоляции приводит к незначительному снижению температуры воды (за счет усиления длинноволнового излучения с поверхности озера в атмосферу). При этом биомасса планктона немного повышается, а биомасса бентоса немного снижается. Ихтиомасса рыб также претерпевает незначительные изменения, причем у рыб-планктофагов она растет, а у бентофагов и хищных рыб – сокращается.

Существенное повышение поступления биогенов с водосбора в озеро (BA) не приводит к изменению температуры воды, зато биомассы планктона и бентоса, а за ними и ихтиомассы рыб возрастают. Усиление промысла рыб-планктофагов (FFF) ведет к росту биомассы планктона при незначительном сокращении биомассы бентоса. Ихтиомасса рыб-планктофагов резко сокращается, а ихтиомасса рыб-бентофагов немного повышается, при этом ихтиомасса хищных рыб становится ниже средней. Усиление промыслового воздействия на рыб-бентофагов (FSS) приводит к обратному эффекту: биомасса бентоса растет, а зоопланктона – сокращается, но в отличие от предыдущего примера ихтиомасса хищных рыб принимает значение «выше среднего». Усиление промысла хищных рыб (FFM) ведет к небольшому сокращению биомасс планктона и бентоса. В случае усиленного промыслового воздействия на всех рыб биомасса планктона и бентоса существенно возрастает. При сокращении промыслового воздействия больше всего возрастает ихтиомасса хищных рыб.

Обсуждение

Особенность предложенного метода логико-лингвистического моделирования популяций рыб заключается в том, что размытость и неопределенность состояния популяции заложена в них изначально при словесной формулировке численностей рыб в возрастных группах и темпе их роста. Поэтому для моделей такого типа несущественно то лавинообразное нарастание неопределенности, которое было продемонстрировано в начале этой статьи на примере модели с использованием арифметики нечетких чисел.

Другая особенность заключается в полном отсутствии каких-либо математических формул при описании модели. Для практического применения это существенно, хотя достигается это свойство очень дорогой ценой создания громоздкой базы знаний, состоящей, даже для не слишком сложного примера, из сотен высказываний. Анализ того, как делаются реальные и очень ответственные промысловые прогнозы (например, опыт работы советско-японской рыболовной комиссии (СЯРК), экспертом которой некогда был автор настоящей статьи), показывает, что исходный материал и алгоритм такого прогноза (во всяком случае для дальневосточных лососей) строился вовсе не на основании моделей, а на основании прецедентов и знаний специалистов, которые имели первоначально вербальную форму [Меншуткин, 1969]. Модели создавались исходя из высказываний ихтиологов с большим практическим опытом (например, Ф. В. Крогиус [1961]) и служили, скорее, средством компактного обобщения этих высказываний, а не средством практического прогнозирования. Применение логико-лингвистических моделей позволяет использовать опыт практиков-ихтиологов в первозданном виде со всеми нюансами и оттенками, которые обычно пропадают при моделировании в виде математических уравнений.

В практике ихтиологических исследований обращение к аппарату искусственного интеллекта становится обычным явлением [Saila

Таблица 2. Результаты воздействия входных переменных на состояние озерной системы

Входная переменная	Значение переменной	Величины, характеризующие состояние озерной системы					
		Температура воды (TTS)	Биомасса планктона (MFZ)	Биомасса бентоса (SS)	Ихтиомасса рыб-планктофагов (MFM)	Ихтиомасса рыб-бентофагов (MSS)	Ихтиомасса хищных рыб (MMS)
Температура воздуха (TA)	OB	B	B	B	BC	BC	BC
Скорость ветра (WA)	OB	BC	BC	BC	BC	BC	BC
Облачность (CA)	OH	HC	BC	HC	BC	HC	HC
Поступление биогенов (BA)	B	C	B	B	BC	BC	BC
Промысел рыб-планктофагов (FFF)	B	C	B	HC	OH	B	HC
Промысел рыб-бентофагов (FFS)	B	C	HC	B	BC	OH	BC
Промысел хищных рыб (FFM)	B	C	HC	HC	B	B	OH
Промысел всех рыб	B	C	B	B	OH	OH	OH

Примечание. Обозначение состояний лингвистических переменных: OH – очень низкое, H – низкое, HC – ниже среднего, C – среднее, BC – выше среднего, B – высокое, OB – очень высокое.

et al., 1997; Robb, Peterman, 1998; Mackinson, 2000], но до систематического его применения еще далеко. В области моделирования экологических систем подобные методы применяются гораздо шире [Lembach, 1994; Droesen, 1996; Keller, Dungan, 1999]. Особенно ценным представляется опыт чешских исследователей [Sterbacek et al., 1990], которые сумели соединить модель, построенную на балансовом принципе, с экспертной системой для оценки параметров этой модели и результатов моделирования. Детали реализации экспертной части гибридной модели могут быть самыми различными [Tuma et al., 1996] – от двузначной логики до нейронных сетей или аппарата размытых множеств (fuzzy sets).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ № 08-05-756.

Литература

Богословский Б. Б. Озероведение. М.: МГУ, 1960. 336 с.

Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия. Телеком, 2007. 282 с.

Верболов В. И., Сокольников В. М., Шимараев М. Н. Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал. М.; Л.: Наука, 1965. 374 с.

Жаков Л. А., Меншуткин В. В. Практические занятия по ихтиологии: Учебное пособие. Ярославль: Ярославский ун-т, 1982. 112 с.

Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.

Крогиус Ф. В. Японский лососевый промысел в открытом море и его влияние на запасы красной // Рыбное хозяйство. 1961. № 2. С. 23–36.

Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и FUZZY_TECH. СПб.: БХВ, 2003. 736 с.

Меншуткин В. В. Опыт прогнозирования динамики численности озерновской красной на основе кибернетической модели этого стада // Труды ВНИРО. 1969. Т. 67. С. 88–100.

Меншуткин В. В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л.: Наука, 1971. 196 с.

Меншуткин В. В., Филатов Н. Н., Потахин М. С. Экспертная система «Озера Карелии». Ординальные и номинальные характеристики озер // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 2. С. 160–171.

Попов Э. В., Фоминых И. Б., Кисель Е. Б., Шапот М. Д. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996. 320 с.

Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системе управления. М.: Энергоиздат, 1981. 232 с.

Поспелов Д. А. (ред.). Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. М.: Наука, 1986. 312 с.

Тутубалин В. Н., Барбашева Ю. М., Григорян А. А., Девятков Г. И. Математическое моделирование в экологии: историко-методологический анализ. М.: Языки русской культуры, 1999. 208 с.

Форсайт Р. (ред.). Экспертные системы. Принципы работы и примеры. М.: Радио и Связь, 1987. 223 с.

Chen D., Hargreaves D. M., Lui Y. A fuzzy logic model with genetic algorthm for analyzing stock-recruitment relationships // Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science. 2000. Vol. 57 (3). P. 1878–1887.

Droesen W. J. Formalization of ecohydrological expert knoweledge applying fuzzy techniques // Ecological Modelling. 1996. Vol. 85 (1). P. 75–81.

Hannon B., Ruth M. Modeling dynamic biological systems. NY; Berlin: Springer, 1997. 400 p.

Kaufman A., Gupta M. Introduction to fuzzy arithmetic: theory and applications. NY: VanNostsand Reinhold, 1985.

Keller R. H., Dungan J. L. Meta-modelling: a knoweledge-based approach to faciltating process model construction and reuse // Ecological Modelling. 1999. Vol. 119 (2–3). P. 89–116.

Lembach M. Expert system – model coupling with the framework of an ecological advisory system // Ecological Modelling. 1994. Vol. 75/76. P. 589–600.

Mackinson S. An adaptive fuzzy expert system for predicting structure, dynamics and distribution of herring shoals // Ecological Modelling. 2000. Vol. 126 (2–3). P. 155–178.

Recnagel F., Petzoldt T., Jaenke O., Krusche F. Hybrid expert system DELAQUA – a toolkit for water quality control of lakes and reservoirs // Ecological Modelling. 1994. Vol. 71 (1–3). P. 17–36.

Robb C. A., Peterman R. M. Application of Bayesian desision analysis to management of a sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) fishery // Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science. 1998. Vol. 55 (1). P. 86–98.

Saila S. B., Lorda E., Miller J. D. et al. Equvalent adult estimates for losses of fish eggs, larvae and juveniles at Seebrook Station with use fuzzy logic to represented parametric uncertainty // North American Journal of Fishes Management. 1997. Vol. 17 (4). P. 811–825.

Salski A. Fuzzy knowledge-based models in ecological research // Ecological Modelling. 1992. Vol. 63 (1). P. 103–112.

Starfield A. M., Farm B. P., Taylor R. H. A rule-based ecological model for management of an estuarine lake // Ecological Modelling. 1989. Vol. 46 (1–2). P. 107–119.

Sterbacek Z., Skopek V., Zavazal V. A composite landscape ecology prognostic expert system – COLEPS. Part I // Ecological Modelling. 1990. Vol. 50 (1–3). P. 145–156.

Tuma A., Haasis H.-D., Rentz O. A comparison of fuzzy expert systems, neural networks and neuro-fuzzy approaches. Controlling energy and water flows // Ecological Modelling. 1996. Vol. 85 (1). P. 93–98.

Zade L. A. Fuzzy logic = computing with words // Computing with words in information intelligent system (eds. Zade L. A., Kacprzyk J). 1999. Physia Verlag, Heidelberg. P. 3–23.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Меншуткин Владимир Васильевич
главный научный сотрудник, д. б. н.
Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН
ул. Чайковского, 1, Санкт-Петербург
эл. почта: vvm@emi.nw.ru
тел.: (812) 2737953

Menshutkin, Vladimir
St. Petersburg Institute of Economics and Mathematics, Russian Academy of Science
1 Chaikovsky St., St. Petersburg
e-mail: vvm@emi.nw.ru
tel.: (812) 2737953

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 98–102

УДК 622.341.1: 6222.772

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ РУДЫ КОСТОМУКШСКОГО И КОРПАНГСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Н. Е. Кулакова, П. А. Лозовик

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Методом лабораторного моделирования выявлены особенности выщелачивания минеральных компонентов из железной руды различных карьеров Костомукшского ГОКа. Проведенные опыты позволили понять причины и установить, что изменение химического состава воды хвостохранилища связано в основном с добычей и переработкой руды центрального карьера.

Ключевые слова: выщелачивание, кумулятивные кривые накопления, Костомукшский ГОК.

N. E. Kulakova, P. A. Lozovik. EXPERIMENTAL LEACHING OF ORE FROM THE KOSTOMUKSHA AND KORPANGA IRON ORE DEPOSITS

The parameters of the mineral compounds leaching from iron ore from various quarries of the Kostomuksha mining and ore processing plant was determined by laboratory modeling. The experiments allowed us to understand the causes, and find that the tailings chemical composition changed mostly under the impact of extraction and processing of ore from the central quarry.

Key words: leaching, cumulative curve accumulation, Kostomuksha mining & processing plant.

Введение

Костомукшский ГОК (ОАО «Карельский окатыш») является крупнейшим предприятием горнодобывающей промышленности в Республике Карелия на протяжении долгих лет. Комбинат производит железные окатыши из руды Костомукшского и Корпангского месторождений и располагается на северо-западе республики, вблизи г. Костомукши. Для производственных целей на месте бывшего оз. Костомукшского было создано хвостохранилище, которое используется для захоронения отходов производства (хвостов) и оборотного водоснабжения комбината. Формирование химического состава воды хвостохранилища происходит в основном за счет выщелачивания минеральных компонентов из руды при контакте с оборотной водой в технологическом цикле и при взаимодействии «хвостов» с водой непосредственно в хвостохранилище. К особенностям состава воды хвостохранилища следует отнести сравнительно высокую ее минерализацию, а также преобладание в ионном составе K^+ (49 %-экв.) и SO_4^{2-} (71 %-экв.). Кроме того, вода хвостохранилища отличается высоким содержанием нитратов (7,3 мг N/л), лития (75 мкг/л) и алюминия (62 мкг/л) (по данным 2010 г.). Многолетняя динамика состава воды хвостохранилища описана ранее [Феоктистов, Сало, 1990; Феоктистов и др., 1992; Пальшин и др., 1994; Поверхностные воды…, 2001; Лозовик и др., 2007, 2010]. В последнее десятилетие в воде хвостохранилища отмечается рост суммы главных ионов ($\Sigma_и$) (650 мг/л в 2010 г. против 454 мг/л в 2000 г.), а также содержания K^+ (159 и 115 мг/л) и SO_4^{2-}

(298 и 125 мг/л) соответственно. В предшествующий период наблюдался рост концентрации нитратов, содержание которых в последние годы остается относительно постоянным, но на высоком уровне (среднее значение за 1998–2010 гг. составило 8,8 мг N/л) по сравнению с началом эксплуатации хвостохранилища (в среднем 0,7 мг/л за период 1984–1989 гг.).

Целью работы было выяснить причины изменения химического состава воды хвостохранилища за последнее десятилетие.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели были проведены лабораторные опыты по выщелачиванию руды из различных карьеров Костомукшского ГОКа аналогично методике [Феоктистов, Сало, 1990]. В опытах названных авторов после каждого пробоотбора использовались свежие образцы руды, и они имитировали работу оборотного водоснабжения в системе «обогатительная фабрика – хвостохранилище». В наших опытах использовался один и тот же образец руды, и эти опыты имитировали выщелачивание компонентов при технологической переработке руды и после поступления отработанной пульпы в хвостохранилище.

Образцы руды были взяты с трех действующих карьеров Костомукшского (центрального и северного) и Корпангского (западного) месторождений. Мелко раздробленную руду (фракция частиц менее 1 мм) массой 200 г заливали дистиллированной водой объемом 1 дм^3 (соотношение «порода – вода» по весу – 1 : 5). Исходное количество опытных сосудов было 8, и оно уменьшалось на единицу после каждого пробоотбора. Ежедневно опытные растворы тщательно перемешивали и после суточного (или более по схеме опыта) отстаивания сливали воду из всех стаканов в одну емкость, отбирали 1 литр на химические анализы, а остаток воды разливали в оставшиеся с рудой опытные стаканы по 1 литру. В опытах с рудой западного карьера отбор проб на химический анализ осуществляли на 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 и 15 сутки с момента их постановки, а в опытах с рудой центрального и северного карьеров – на 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 и 30 сутки. В связи с наличием большого количества мелкодисперсной взвеси, которую невозможно было удалить фильтрованием, пробы воды для анализов подвергались центрифугированию.

В водных вытяжках измерялись электропроводность и pH, а также определялось содержание следующих компонентов: K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, $N_{орг}$, $P_{мин}$, $P_{общ}$, Fe, Mn, Si по аттестованным методикам [Ефременко, 2007] в соответствии с областью аккредитации Госстандартом России лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН.

Результаты и их обсуждение

Опыты по выщелачиванию позволили получить кумулятивные кривые накопления веществ в воде при взаимодействии ее с рудой различных карьеров Костомукшского ГОКа и выявить особенности поступления минеральных веществ из руды в воду.

На большинстве кумулятивных кривых накопления отмечается быстрый рост концентрации веществ в первые сутки и более медленное их поступление в последующие (рис. 1). Это связано с тем, что в первый момент контакта руды с водой происходило поступление легкорастворимых солей с поверхности частиц породы (конгруэнтное растворение), чему способствовал мелкий размер частиц. Далее шло медленное выщелачивание компонентов из труднорастворимых пород (инконгруэнтное растворение). Наглядным подтверждением этого является характер выщелачивания NH_4^+ и NO_3^-, которые появились в воде на первые сутки, а далее их концентрации оставались неизменными, т. е. в воду сразу перешли остатки легкорастворимой аммиачной селитры – компонента взрывчатых веществ.

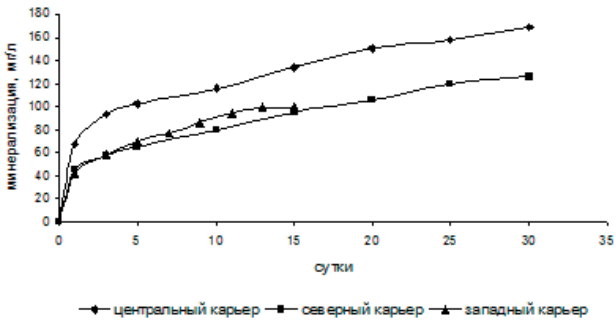


Рис. 1. Изменение минерализации воды при выщелачивании компонентов из руды карьеров Костомукшского ГОКа

По результатам опытов по выщелачиванию отдельных компонентов были рассчитаны скорости накопления веществ в воде (табл. 1) за первые и последующие сутки контакта руды с водой. Для большинства минеральных компонентов, за исключением Mg^{2+}, начиная с третьих суток и до конца опытов наблюдался линейный рост их концентрации, поэтому для этого периода рассчитывалась средняя скорость выщелачивания. Среди минеральных компонентов наиболее быстро происходило выщелачивание

Таблица 1. Скорость выщелачивания минеральных компонентов из руды Костомукшского и Корпангского месторождений (мг · $л^{-1}$ · $сут^{-1}$)

Компонент	Западный карьер		Центральный карьер		Северный карьер	
	1-е сутки	3–15-е сутки	1-е сутки	3–30-е сутки	1-е сутки	3–30-е сутки
K^+	8,9	1,6	14,3	0,2	5,7	0,3
Ca^{2+}	2,5	0,3	16,0	0,95	5,8	0,4
Na^+	1,3	0,2	2,3	0,1	1,1	0,1
Mg^{2+}	0,1		1,8	0,1	0,1	
SO_4^{2-}	1,9	0,4	7,6	2,0	2,5	0,2
HCO_3^-	36,5	3,2	24,8	1,7	29,2	1,9

HCO_3^-, K^+, Ca^{2+} и SO_4^{2-}, тогда как поступление в воду Na^+ и Mg^{2+} шло значительно медленнее. При этом из руды центрального карьера больше выщелачивалось ионов K^+, Ca^{2+} и SO_4^{2-}, но несколько меньше HCO_3^-, чем из руды остальных карьеров. Следует отметить, что в многолетнем плане в воде хвостохранилища наблюдается тенденция роста концентрации SO_4^{2-} и уменьшения гидрокарбонатов [Лозовик и др., 2010]. Окисление сульфидных пород в руде приводит к образованию серной кислоты и, как следствие этого, к уменьшению щелочности воды. Аналогичную картину удалось наблюдать в опытах с рудой западного карьера, когда к концу эксперимента резко возросла концентрация сульфатов, но уменьшилась щелочность и pH воды (рис. 2). Величина pH в опытах с рудой северного и центрального карьеров увеличивалась в начальный период и далее мало менялась до конца эксперимента, что связано с высокой щелочностью воды, обусловленной содержанием гидрокарбонатов.

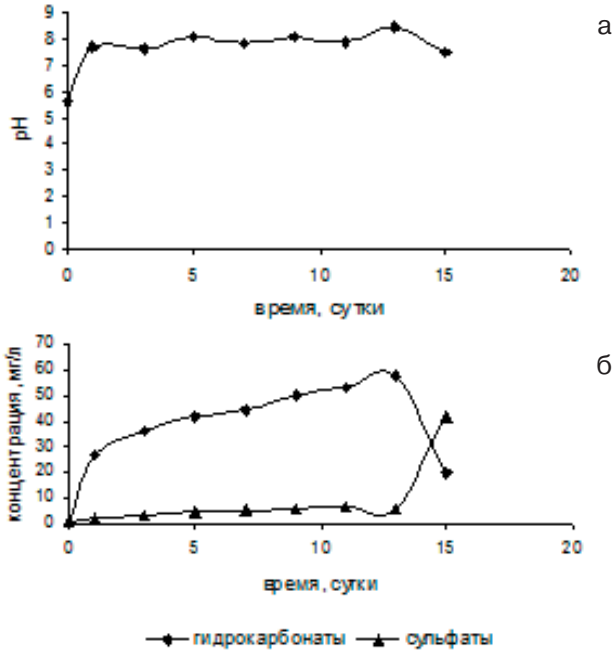


Рис. 2. Изменение величины pH (а), содержания гидрокарбонатов и сульфатов (б) в опытных растворах с рудой западного карьера

Сравнение поступления азотистых веществ показало, что больше всего их выщелачивается из руды центрального карьера. Так, к концу опытов содержание NH_4^+ и NO_3^- в водных вытяжках из руды этого карьера составило 15 и 29 мг N/л, тогда как в северном – 0,6 и 0,3 мг N/л, а в западном – 0,2 и 0,04 мг N/л соответственно. Как уже указывалось ранее, их максимальное поступление наблюдалось в первые сутки и далее оставалось без изменений до конца опытов.

На ионном составе воды сказывалось выщелачивание всех минеральных компонентов и азотистых веществ. В связи со значительным поступлением NH_4^+ и NO_3^- из руды центрального карьера вода в первые трое суток проведения опыта относилась к нитратно-аммониевому типу, в дальнейшем в результате увеличения доли Ca^{2+} – к нитратно-кальциевому. В опытах с рудой западного карьера вода сначала была гидрокарбонатного класса группы кальция, а к концу опытов класс изменился на сульфатный. Следует отметить, что в начальный период эксплуатации хвостохранилища вода также относилась к гидрокарбонатно-калиевому типу, а в настоящее время – к сульфатно-калиевому. Такие изменения ионного состава воды, по-видимому, связаны с сульфидными породами, которые присутствуют в виде примесей в руде и влияние которых усиливается при длительной эксплуатации карьеров.

Поступление в воду литофильных элементов (Fe, Mn), а также $P_{мин}$ и $P_{общ}$ имело свои отличительные особенности. Так, выщелачивание $Fe_{общ}$ (рис. 3, а) было наибольшим в 1-е сутки, затем его концентрация в опытной воде уменьшалась до минимального значения, а к 20-м суткам – снова нарастала. Такая динамика содержания $Fe_{общ}$, по-видимому, связана с особенностями поведения форм Fe (II) и Fe (III). Вначале наблюдался активный переход Fe^{2+} в воду, затем было его окисление кислородом, содержащимся в воде, с образование нерастворимых гидроксидов Fe (III) и, как следствие, уменьшение концентрации $Fe_{общ}$. Далее снова начиналось выщелачивание Fe^{2+} из породы в воду.

Аналогично железу изменялось содержание $P_{общ}$ и $P_{мин}$ (рис. 3, б), что свидетельствует об определяющей роли форм железа в миграции соединений фосфора (фосфат железа (II) более растворим, чем Fe (III)).

Подобно выщелачиванию железа выглядит и распределение концентрации марганца, как спутника железа (рис. 3, в), но оно менее контрастно, поскольку Mn^{2+} окисляется до Mn (IV) более медленно, чем Fe^{2+} до Fe (III).

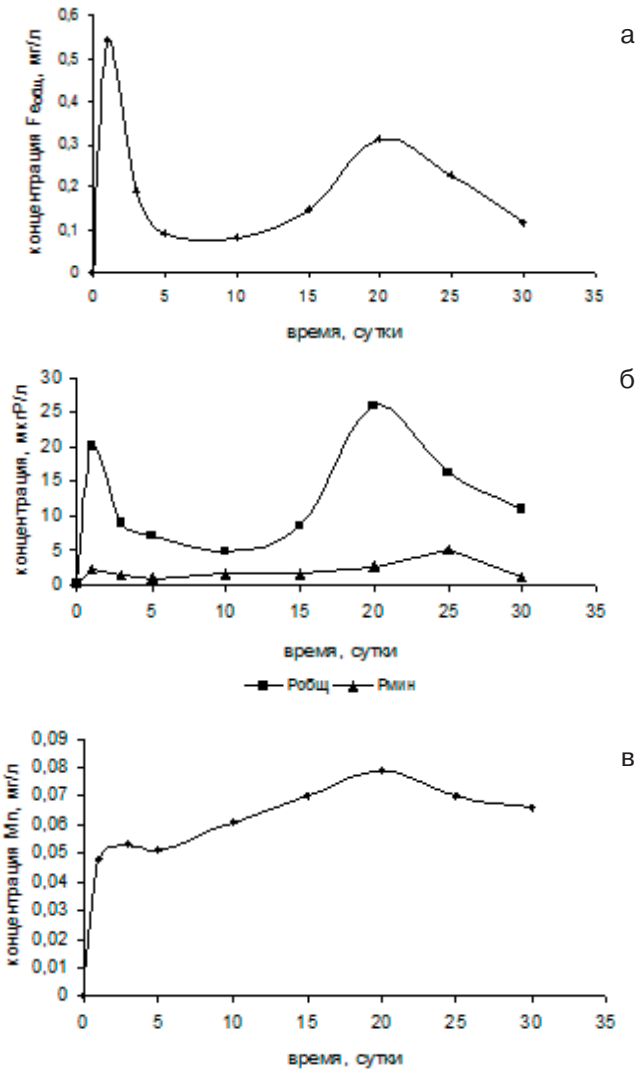


Рис. 3. Изменение содержания железа общего (а), фосфора (б) и марганца (в) в опытных растворах с рудой центрального карьера

На основе проведенных опытов выполнена оценка выноса компонентов из руды и «хвостов» в воду (при данном соотношении порода – вода) от различных карьеров ($m = 5C_{ср}$, где m – поступление вещества из руды, г/т руды, $C_{ср}$ – среднее количество вещества в 1 литре водных вытяжек за весь период ($C_{ср} = \Sigma C_i/8$, мг)) (табл. 2). Проведенные опыты в соответствии с их схемой позволяют оценить поступление веществ из 1 т руды при ее технологической переработке и при дальнейшем взаимодействии отработанной пульпы с водой хвостохранилища. Для этих целей больше подходят средние значения показателей выщелачивания за весь промежуток опытов, отражающие как конгруэнтное, так и инконгруэнтное растворение.

Как видно из табл. 2, из руды центрального карьера поступает в воду очень много минеральных веществ (618 г/т руды), в том числе калия (89 г/т руды) и сульфатов (74 г/т руды), и азотистых соединений (199 г N/т руды), тогда как из руды остальных карьеров вынос этих веществ был в 2–20 раз меньше. По сравнению с другими карьерами, центральный карьер вносит основной вклад в поступление азотистых веществ и минеральных солей в воду хвостохранилища.

Сравнение результатов опытов, выполненных в 2010 г. и 1980-х гг. [Феоктистов, Сало, 1990], представляет определенные сложности, поскольку в последнем в каждом последующем цикле использовались новые порции руды, а вода – предшествующего. Эти опыты фактически фиксировали только конгруэнтное растворение в отличие от наших, в которых учитывалось как конгруэнтное, так и инконгруэнтное растворение.

Ориентировочный расчет $C_{ср}$ и выноса веществ из 1 т руды в опытах 1980-х гг. был выполнен по соотношению средней концентрации и наблюдаемой в первые сутки (C_1) по данным опытов 2010 г. Сравнение среднесуточного поступления веществ в первые сутки в наших опытах и в течение пяти суток в опытах 1980-х гг. (табл. 2) показывает, что большее выщелачивание K^+, SO_4^{2-} и главных ионов наблюдается в последние годы, чем это имело место 20 лет назад. В то же время выщелачивание

Таблица 2. Концентрация компонентов в водных вытяжках и их поступление в воду из руды карьеров Костомукшского ГОКа по результатам опытов 2010 г.

Компонент	C_1	$C_{ср}$	m	C_1	$C_{ср}$	m	C_1	$C_{ср}$	m
	мг/л		г/т	мг/л		г/т	мг/л		г/т
	Центральный карьер			Северный карьер			Западный карьер		
K^+	14,3 (11,8*)	17,7	89 (73*)	5,7	10,0	50	8,9	19,6	98
SO_4^{2-}	7,6 (4,0*)	14,8	74 (39*)	2,5	5,0	25	1,9	9,3	47
HCO_3^-	24,8 (35,7*)	54,6	273 (393*)	29,2	55,6	278	26,5	41,0	205
$\Sigma_и$	68,0 (59,9*)	123,6	618 (544*)	45,4	86,7	434	41,7	78,1	391
$N_{общ}$	37,6	39,8	199	1,3	1,6	8	0,6	0,6	3
Si	0,32	1,4	7	1,2	3,4	17	1,3	2,6	13
$Fe_{общ}$	0,54	0,21	1,1	1,2	1,7	9	1,0	2,5	13
$P_{общ}$	0,02	0,01	0,05	0,03	0,02	0,1	0,06	0,07	0,4

Примечание. * – по результатам опытов 1989 г. [Феоктистов, Сало, 1990].

HCO_3^- имеет обратную картину, чем для ионов K^+ и SO_4^{2-}. Выносы веществ из 1 т руды соотносятся аналогичным образом, что и среднесуточное поступление (табл. 2).

Установленные особенности выщелачивания различных лет наблюдений согласуются с общей тенденцией изменения состава воды хвостохранилища в многолетнем плане. Кроме того, эти результаты подтверждают вывод о том, что основной вклад в формирование химического состава воды хвостохранилища вносит руда центрального карьера.

Таким образом, проведенные опыты позволили выявить особенности выщелачивания минеральных компонентов, определить их скорости, а также выполнить оценку их выноса из 1 т руды и понять причины изменения химического состава воды хвостохранилища за последние десятилетия.

Выводы

Методом лабораторного моделирования выявлены особенности выщелачивания минеральных компонентов из железной руды различных карьеров Костомукшского ГОКа. При взаимодействии руды с водой в начальный момент наблюдается быстрое поступление в воду легкорастворимых веществ, находящихся на поверхности руды (конгруэнтное растворение). В дальнейшем происходит медленное выщелачивание компонентов из труднорастворимых пород (инконгруэнтное растворение).

Из руды центрального карьера в воду минеральных и азотистых веществ поступает больше, чем из руды северного и западного карьеров. Поскольку основная добыча руды осуществляется из центрального карьера, основные изменения состава воды хвостохранилища в последнее десятилетие связаны с эксплуатацией именно этого карьера.

Литература

Ефременко Н. А. Методы отбора и химического анализа проб воды // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 10–12.

Лозовик П. А., Калмыков М. В., Дубровина Л. В. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Химический состав техногенных вод // Там же. С. 100–106.

Лозовик П. А., Калмыков М. В., Кулакова Н. Е. Многолетняя динамика изменения режима системы р. Кенти под влиянием техногенных вод Костомукшского ГОКа // Экологические проблемы Северных регионов и пути их решения: Материалы докл. Всерос. конф. (Апатиты, 4–8 окт. 2010 г.). Апатиты, 2010. С. 203–208.

Пальшин Н. И., Сало Ю. А., Кухарев В. И. Влияние Костомукшского ГОКа на экосистему р. Кенти. Гидрологические и гидрохимические аспекты // Исследование и охрана водных ресурсов Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1994. С. 140–161.

Поверхностные воды Калевальского района и территории Костомукши в условиях антропогенного воздействия / П. А. Лозовик, С.-Л. Марканен, А. К. Морозов и др. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2001. 168 с.

Феоктистов В. М., Сало Ю. А. Режим эксплуатации хвостохранилища Костомукшского ГОКа. Практические рекомендации. Петрозаводск: Карельский НЦ АН СССР, 1990. 42 с.

Феоктистов В. М., Тимакова Т. М., Калугин А. И. Влияние Костомукшского ГОКа на водную систему Кенти-Кенто // Водные ресурсы Карелии и экология. Петрозаводск, 1992. С. 63–78.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кулакова Наталия Евгеньевна
инженер-исследователь
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Лозовик Петр Александрович
зав. лаб. гидрохимии и гидрогеологии, д. х. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576541

Kulakova, Natalia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Lozovik, Pyotr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 103–107

УДК 631.432

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГОЗАПАСОВ В ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПОЧВОГРУНТАХ КАРЕЛИИ: ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

И. М. Нестеренко, С. Л. Матвеев

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Снижение температуры воздуха и увлажненных почв ведет к повышению влажности промерзающего слоя, изменению водно-физических свойств. В глинах и суглинках образуются линзы и прослойки льда, нарушается устойчивость грунтов и сооружений при оттаивании, усиливается вынос взвешенных и растворенных веществ.

Ключевые слова: снег, промерзание, влагоемкость, объемная масса, водоотдача, устойчивость грунтов и сооружений.

I. M. Nesterenko, S. L. Matveev. MOISTURE REDISTRIBUTION IN FREEZING SOILS IN KARELIA: ENGINEERING AND ECOLOGICAL PROBLEMS

Reduction in the temperature of the air and moisture-bearing soils results in an increase in the moisture content in the frozen layer, a change in hydrophysical properties. Ice lenses and bands form in clays and loams, the stability of grounds and buildings at thawing is affected, leaching of suspended and dissolved matter intensifies.

Key words: snow, freezing, water capacity, volume weight, water yield, ground and building stability.

При проектировании, строительстве и эксплуатации дорог, мелиоративных объектов и сооружений на них, в водохозяйственных и гидрологических расчетах, в связи с необходимостью учета сезонного перераспределения влагозапасов, изменения водно-физических свойств почвогрунтов при их промерзании, при изучении процессов эрозии и выноса взвешенных и растворенных веществ в водоприемники немаловажную роль играет знание процессов промерзания и оттаивания почвогрунтов. В России этим вопросам начали уделять большее внимание со второй половины прошлого века [Нестеренко, Симанов, 1969]. Об этом свидетельствуют и материалы последних симпозиумов по физике, химии и экологии сезонно промерзающих почв [Nesterenko, Sinkevitsch, 1992; International symposium..., 1997].

Объекты и методы исследований

Торфяники, ленточные суглинки и глины имеют широкое распространение на северо-западе России. Приурочены они в основном к озерно-ледниковым равнинам и являются первоочередными объектами проведения мелиоративных работ для улучшения сельскохозяйственных и лесных угодий. В Карелии это Олонецкая (бассейн Ладожского озера), Корзинская низины и Ладвинская равнина (бассейн Онежского озера). Часто ленточные отложения залегают близко к поверхности и в них врезается осушительная сеть. Эти отложения имеют различный механический состав – от легких суглинков до тяжелых глин. В ленточных глинах Корзинской низины отмечено абсолютное преобладание пылеватой и высокое содержание глинистой фракции (20–75 %) [Нестеренко, Стрелкова,

2006]. Характерным для ленточных отложений является снижение их прочности при нарушении естественной структуры. Они находятся в скрыто-текучем, реже – пластичном состоянии и при нарушении естественного сложения легко переходят в текучее [Ломтадзе, 1965]. С ростом объемов капитального строительства в 60-е гг. прошлого века в Карелии (дороги, гидротехнические сооружения, мелиоративные системы и т. д.) встал вопрос о необходимости детального изучения этих процессов. На первом этапе (1950–1960-е гг.) разрабатывались методы исследований сезонно промерзающих почвогрунтов, проводилась оценка особенностей изменения водно-физических свойств в пахотном слое и подстилающих горизонтах, способов защиты почв от эрозии и гидротехнических сооружений от разрушения [Нестеренко, 1967].

Полевые и лабораторные исследования проводились с 1963 г. на Корзинском научном стационаре Института биологии, расположенном в южной части Карелии, в 70 км западнее Петрозаводска [Нестеренко, Стрелкова, 2006]. На стационаре имеется участок неосушенного болота (НП-4 – наблюдательный пункт № 4). Площади с торфяной залежью низинного и переходного типа мощностью до 3 м осушены в 1962–1963 гг. дощатым дренажем с расстоянием между дренами 40 м в зоне атмосферного водного питания. В истекшие годы проводился ремонт открытой проводящей сети, а в 1980-е гг. в зоне повышенного грунтового водного питания (полоса 5) были заложены дополнительные дрены. На стационаре до 1994 г. действовал метеорологический пункт (МП), который был зарегистрирован в системе Гидрометеослужбы. Торфяник в зоне грунтово-напорного водного питания осушен дощатыми дренами через 20 м с дополнением в последующем полиэтиленовых и гончарных дрен (НП5). Тяжелосуглинистые почвы, подстилаемые ленточными глинами, осушены гончарным дренажем с расстояниями между ними 8, 12 и 20 м (НП-3). В основном до 1994 г. на стационаре проводились круглогодичные наблюдения за осадками, испарением, стоком, температурой воздуха и почвы, промерзанием почвы, влажностью и водно-физическими свойствами почвогрунтов, уровнями грунтовых вод и др.

Влажность почвы в течение года, в том числе и в зимний период, определяли 2 раза в месяц на глубину до 1 м специальным буром, состоящим из двух тонкостенных полуцилиндров (разрезана труба из нержавеющей стали), соединяемых специальным замком, с хорошо заостренной пилообразной нижней частью. Это позволяло единовременно отбирать почву на всю глубину. После разделения бура на две части специальным ножом вырезался образец длиной 10 см, который полностью помещался в 5 бюкс для высушивания. Постоянный объем образца позволял в конечном итоге определять как весовую, так и объемную влажность, рассчитывать послойные запасы влаги.

Образцы с ненарушенной структурой в мерзлом слое отбирали и переоборудованным для почвы ледовым буром [Нестеренко, 1971]. На границе промерзания брали дополнительно образцы из примыкающего к мерзлому (2–5 см) талого грунта. Бур-кольцо позволял как в мерзлых торфах, так и в глинах (без включений песка) отбирать пробы на влажность и монолит диаметром 10 см при промерзании до 60 см. Монолит использовался для изучения льдистости, объемной массы, водоотдачи, влажности.

На различных типах почв и вариантах осушения устанавливались мерзлотомеры и приборы нашей конструкции для непрерывной регистрации вспучивания почвы [Нестеренко, 1979]. Были организованы наблюдения за деформацией каналов с целью выяснения причин значительного разрушения их откосов в слоистых глинах и суглинках при промерзании и оттаивании.

Результаты исследований

Многолетние (1963–1994 гг.) наблюдения позволили оценить вариабельность основных климатических характеристик – температуры, глубины промерзания различных почв и высоты снежного покрова на конец зимы (табл. 1), которые в значительной степени определяют формирование влагозапасов, их перераспределение, изменение водно-физических свойств почвы и ее вспучивание при промерзании.

Таблица 1. Промерзание и высота снежного покрова, Корзинская низина, 1963–1994 гг.

Показатель	Промерзание, Нм, см			Снег, Нс, см	
	МП	НП-4	НП-3	МП	НП-4
X	38	22	52	39	59
X_{min}	14	1,0	32	12	32
X_{max}	61	48	78	71	89
σ	11,7	12	11,6	13,7	14,5
Cv	0,31	0,55	0,22	0,35	0,25

Примечание. X – средняя многолетняя величина; σ – стандартное отклонение; Cv – коэффициент вариации.

Высота снежного покрова на неосушенной и частично залесенной части торфяника более чем в 1,5 раза выше, глубина промерзания примерно на ту же величину ниже. Большая вариабельность (Cv) глубины промерзания на НП-4 обусловлена тем, что на окраине неосушенной

части болота в зоне разгрузки грунтовых вод в отдельные годы наблюдалось даже отсутствие мерзлоты, а при ее наличии подмерзлотные воды находились под напором. Многофакторный регрессионный анализ выявил достаточно надежные связи глубины промерзания (Нм) с суммой отрицательных температур (Σt), среднемесячной из средних минимальных (t_{min}) и с высотой снежного покрова (Нс):

осушенные торфяные почвы

$Нм = 27,8 + 0,0214\Sigma t - 0,434Нс,$

$R = 0,69, p = 0,001,$ (1)

$Нм = 12,7 - 3,26t_{min} - 0,434Нс,$

$R = 0,69, p = 0,001;$ (2)

осушенные минеральные почвы

$Нм = 39,5 + 0,024\Sigma t - 0,047Нс,$

$R = 0,70, p = 0,0004.$ (3)

Наибольшая глубина промерзания наблюдается в минеральных почвогрунтах на участке НП-3, величина ее в отдельные годы более чем в 2 раза превышает промерзание торфяных почв (табл. 1).

Отмечается устойчивое потепление климата на Европейском Севере и рост осадков [Климат Карелии..., 2004] и, соответственно, связанное с этими процессами уменьшение глубины промерзания и перераспределение влагозапасов.

Перераспределение влагозапасов в промерзающих грунтах зависит от температуры, глубины снежного покрова, предзимнего увлажнения. Ранее была установлена зависимость между скоростью промерзания и увеличением влажности нижнего слоя мерзлого грунта по отношению к прилегающему талому [Нестеренко, 1969]. При влагозапасах на начало зимы до 80–90 % от полной влагоемкости и увеличении их за зиму на 7–17 % в торфяных и до 30 % в минеральных почвогрунтах промерзание приводит к росту запасов влаги сверх как полевой, так и полной влагоемкости (табл. 2), что ведет к существенному росту водоотдачи почвогрунтов.

Надежные уравнения связи для изменения влагозапасов dW в слое 0–50 см в торфяных почвах на МП за холодный период (октябрь – март) имеют вид:

$dW3 = 0,123Нм - 0,7Wнз - 0,1Т + 278,$

$R = 0,75,$ (4)

в зоне обильного грунтово-напорного водного питания (НП 5):

$dW5 = 0,282Ннз - 0,86Wнз - 0,10Т + 224;$

$R = 0,86,$ (5)

в минеральных почвах (НП-3):

$dWм = 0,283Т - 0,47Wнз + 0,40Нм + 138,$

$R = 0,42.$ (6)

Меньшая, но достоверная связь в минеральных грунтах обусловлена неоднородным накоплением влаги и льда в линзах и прослойках.

При переходе воды в лед и увеличении ее объема в среднем на 9 % происходят существенные изменения структуры и физических свойств грунтов. Мерзлый осушенный торф представляет сплошную массу с редкими тонкими прослойками льда. В верхнем слое вспаханных почв в пустотах часто наблюдается образование кристаллического льда в значительных количествах. Мерзлый торф становится практически водонепроницаемым, а это способствует формированию поверхностного стока с началом снеготаяния [Нестеренко, 1971].

В плотных минеральных почвах при уровнях грунтовых вод 0,8 м и более в верхних слоях при значительной скорости промерзания образуются тонкие прослойки и линзы льда толщиной до 1–2 мм через каждые 5–10 мм. И лишь у нижней границы при замедлении скорости промерзания начинает формироваться мощная прослойка льда, толщина которой к весне достигает иногда 5–10 см. При этом увеличение глубины промерзания во вторую половину

Таблица 2. Перераспределение почвенных влагозапасов в зимний период, 1964–1986 гг.

Характеристики	Точки	Глубина, см	X, мм	X_{min}, мм	X_{max}, мм	σ	W/Wпв, %	
Начальные влагозапасы, W	МП	0–20	122	71	170	23,6	71,8	0,19
		0–50	314	217	383	44,0	73,9	0,14
		0–100	688	480	825	87,2	80,9	0,13
	НП5	0–20	130	80	168	64,3	76,4	0,20
		0–50	389	284	433	42,4	>100	0,12
	НП3	0–20	100	56	146	31,5	85,4	0,32
		0–50	239	100	347	68,1	>100	0,28
		0–100	485	336	675	93,9	16,5	0,19
Увеличение влагозапасов за зиму	МП	0–20	28	2	76	17,1	12,2	0,61
		0–50	52	3	190	14,4	7,4	0,28
		0–100	63	11	211	49,9	17,1	0,79
	НП5	0–20	29	0	68	23,9	13,2	0,82
		0–50	56	0	113	38,7	6,7	0,69
		0–100	57	0	108	35,8	30,8	0,63
	НП3	0–20	37	11	84	19,7	29,6	0,53
		0–50	83	29	151	34,5	26,5	0,42
		0–100	127	43	238	50,6		0,40

зимы происходит в основном за счет увеличения мощности нижней прослойки льда, под которой обычно наблюдается талый грунт.

При более высоком стоянии уровней грунтовых вод ленточные глины и суглинки насыщены многочисленными прослойками и линзами льда. Иногда наблюдается образование пустот в мерзлом слое за счет разобщенности ядер кристаллизации, неравномерного накопления льда в отдельных точках и возникновения значительных сил выпучивания. Все это приводит к значительному подъему поверхности почвы (до 20 см), смещению отдельных слоев, оползням на откосах каналов [Нестеренко, 1967].

Увеличение количества влаги и расширение ее при промерзании приводит к уменьшению объемной массы мерзлого почвогрунта ($\gamma_м$). При насыщении грунта водой до полной влагоемкости и выше ее в зоне промерзания объемная масса может быть рассчитана по уравнению:

$$\gamma_м = \rho/(1 + 1{,}09W_м), \quad (7)$$

где ρ – плотность, г/ см^3; $W_м$ – весовая влажность мерзлой почвы, г/г.

Расчеты объемной массы мерзлого торфа по уравнениюю (7) при $W_м > 4{,}5$ г/г дали очень близкие значения к ее фактическим значениям. Следовательно, зная плотность твердой фазы почвы, мало изменяющейся в течение ряда лет, и определив влажность, можно рассчитать объемную массу и перевести весовую влажность в объемную (Wo), получить водоотдачу: μ = Wo – Wппв, где Wппв – полевая предельная влагоемкость, %.

Для облегчения расчетов были предложены графики и таблицы [Нестеренко, 1979].

Запас свободной влаги в слое мерзлого осушенного торфа иногда достигает 100 мм, в минеральных почвогрунтах – 150 мм.

По данным непрерывных наблюдений за высотой вспучивания в минеральных грунтах была получена зависимость ее за определенный период (от 3 до 15 сут) от условий зимнего режима:

$$\Delta Нп = 1{,}3 + 0{,}0535\Delta Нм – 0{,}012Нм – 0{,}0094Нс – – 0{,}0047\Sigma t\ ,\ r = 0{,}76, \quad (8)$$

где Нп – высота вспучивания за период, см; ΔНм – изменение глубины промерзания, см; Нм – общая глубина промерзания на начало периода, см; Σt – сумма среднесуточных температур воздуха за расчетный период, °С.

В откосах мелиоративных каналов процессы влагонакопления при промерзании проходят более интенсивно за счет более интенсивного притока грунтовых вод. При значительной скорости промерзания в верхнем слое откоса образуется большое количество тонких прослоек и линз льда толщиной до 5 мм. Мощная прослойка, толщина которой к весне достигает 6–10, а иногда и 15 см, формируется у нижней границы мерзлого слоя при заполнении каналов снегом и снижении скорости промерзания. Часто здесь же образуются значительные пустоты за счет неравномерного льдонакопления и вспучивания грунта. Наиболее интенсивно эти процессы протекают при наличии напорного водного питания. Весной при оттаивании грунтов по линзам и прослойкам льда наблюдается оплывание откосов каналов и их значительное разрушение, обильный вынос взвешенных и растворенных веществ в водоприемники.

В первые годы после строительства закрытых дренажных систем при наличии рыхлой засыпки над дренами и просадки ее талые поверхностные воды устремляются по трассам дрен и закрытых коллекторов, вызывая размыв верхнего оттаявшего слоя почвы, устьевых участков коллекторов. В отдельных точках через пустоты и рыхлую засыпку вода устремляется в дрены, что часто при недоброкачественном строительстве приводит к заилению дрен или к выносу растворенных питательных и взвешенных веществ из верхнего слоя почвы, значительному ухудшению качества воды в водоприемниках.

Был разработан и внедрен на значительных площадях способ защиты откосов каналов в морозоопасных грунтах [Нестеренко, 1967]. На дне канала устраивалась подпорная стенка и откосы перекрывались торфом, торфяным дерном, почвой из пахотного слоя или песком. На площадях, где глины или суглинки перекрыты слоем торфа мощностью до 0,5 м, работы были полностью механизированы: нижняя часть откосов каналов, которая проходит в минеральном грунте, перекрывалась слоем торфа до 20–25 см, срезаемого с приканавной полосы, и засевалась травами. В течение последующих 15–20 лет на таких каналах разрушения не наблюдались. Для сохранения устойчивости откосов более мелкой регулирующей сети каналов целесообразно выполнять их в виде ложбин с заложением откосов до 6–8-кратного. Засыпку дрен необходимо проводить с запасом на просадку грунта.

Предложенные способы защиты откосов каналов и дренажных систем в морозоопасных грунтах широко использовались в мелиоративном строительстве в Карелии, в Ленинградской и других областях Северо-Запада и Европейского Севера России. Они не только увеличивают эксплуатационный срок службы гидротехнических сооружений, способствуют сохранению почвенного покрова, но играют и значительную роль в уменьшении отрицательных последствий

мелиораций на водные экосистемы – снижении эрозии, выноса растворенных и взвешенных веществ в водоприемники. Способ защиты дорожного полотна от промерзания с помощью торфяной дернины применялся в Финляндии [Frost..., 1997]

Был предложен и защищен авторским свидетельством способ мелиорации длительно сезонно мерзлотных почв тяжелого механического состава [Нестеренко, 1989]. Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности, к тепловой мелиорации почв. Оно позволяет снизить глубину промерзания почвы с улучшением ее структуры, водного и питательного режимов путем создания дернового подслоя в подошве пахотного слоя, что изменяет и улучшает термический режим почвы.

Литература

Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2004. 224 с.

Ломтадзе В. Д. Физико-механические свойства позднеледниковых ленточных глин окрестностей Ленинграда // Зап. Ленингр. горн. ин-та. 1965. Т. XVIII, вып. 2.

Нестеренко И. М. Устойчивость и способы крепления откосов осушительных каналов в морозоопасных грунтах // Гидротехника и мелиорация. 1967. № 3. С. 92–96.

Нестеренко И. М. Методы исследования промерзающих торфяных и минеральных почвогрунтов в КАССР // Метеорология и гидрология. 1971. № 3. С. 58–64.

Нестеренко И. М. Мелиорация земель Европейского Севера Европейского Севера СССР. Л.: Наука, 1979. 260 с.

Нестеренко И. М. Рекомендации по проектированию мелиоративных систем в Карельской АССР. Петрозаводск, 1980. 74 с.

Нестеренко И. М. Авторское свидетельство № 1554791 «Способ мелиорации длительно сезонно мерзлотных почв тяжелого механического состава». М.: Госкомизобретений, 1989. (Приоритет изобретения 10.03.1988.)

Нестеренко И. М., Симанов Ю. Г. Динамика влажности почвогрунтов в зимний период // Почвоведение. 1969. № 5. С. 105–112.

Нестеренко И. М., Стрелкова А. А. Корзинский научный стационар Республики Карелия // Мелиоративно-болотные стационары России. Составители Маслов Б. С. (РАСХН), Константинов В. К. (НИИЛХ), Бабиков Б. В. (НИИЛХ), Ахти Э. (НИИлеса, Финляндия). Научный центр VANTAA. METLAA (Финляндия), 2006.

Frost action soils. Roterdam: Lulea University of Technology, 1997. 540 p.

International Symposium on Physics, Chemistry, and Ecology of Seasonally Frozen Soils. Fairbanks, Alaska, June 10–12, 1997. 573 p.

Nesterenko I. M. Subsidens and wearing out of peat soils as a result of reclamation and agricultural utilization of marshland // Proc. of the V IPC. Vol. I. Poznan, Poland, 1976. P. 218–234.

Nesterenko I. M., Sinkevitsch E. I. Mire drainage and change of suspended substance and solute removal into water courses // Proc. of IX IPC. Uppsala, Sweden, 1992. P. 285–295.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Нестеренко Иван Михайлович
ведущий научный сотрудник, д. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: nim@onego.ru
тел.: 89214604586

Матвеев Сергей Леонидович
главный гидролог
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: sergey.matveev.1960@mail.ru
тел.: 89114050642

Nesterenko, Ivan
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nim@onego.ru
tel.: 89214604586

Matveev, Sergey
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sergey.matveev.1960@mail.ru
tel.: 89114050642

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 108–115

УДК [556.332.62: 556.168]: 556.55

РОЛЬ ПОДЗЕМНОГО СТОКА В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ОЗЕР БАССЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Г. С. Бородулина

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Приведена характеристика гидрогеологических условий формирования подземного стока на водосборе Онежского озера. Дана количественная оценка водного и химического подземного стока непосредственно, минуя речную сеть, в отдельные озера бассейна р. Шуи (Сямозеро, Крошнозеро, Суоярви, Пряжинское) и Онежское озеро. Установлено, что доля прямого подземного стока в водном балансе озер незначительна, однако его влияние на химический состав озерной воды более значимо и нередко сравнимо с воздействием, оказываемым поверхностными водами. Наиболее важна роль прямого подземного стока в химическом балансе небольших озер.

Ключевые слова: подземные воды, водосбор Онежского озера, химический состав, подземный сток, химический баланс.

G. S. Borodulina. ROLE OF GROUNDWATER FLOW TO LAKES OF THE ONEGA WATERSHED IN FORMATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE WATER

The hydrogeological conditions for formation of groundwater flow in the Onega catchment are characterized. Water and salt groundwater flow directly to Onega and some lakes of the Shuja River basin (Syamozero, Kroshnozero, Suojarvi, Pryazhinsky) avoiding the river network was quantified. We found that the share of direct groundwater flow in the lake water balance is insignificant, however its influence on the chemical composition of the lake water is more significant and comparable with that of the river discharge. The role of direct groundwater flow in the chemical balance is most important in small lakes.

Key words: groundwater, Onega watershed, chemical composition, groundwater flow, chemical balance.

Введение

Количественная оценка химического подземного стока и выяснение закономерностей его формирования имеет важное значение при исследовании многих проблем современной гидрохимии и необходима, прежде всего, для обоснования мероприятий по управлению водными ресурсами, направленных на поддержание оптимального водного, солевого и гидробиологического режима.

Несмотря на то что подземный сток остается трудноопределяемым и слабоизученным компонентом водного и солевого баланса озер, необходимо ответить на ряд вопросов: каков объем разгружающейся воды, оказывает ли он влияние на водный и солевой баланс озера, каким образом изменится приток подземных вод в озера в условиях возможного изменения климата и увеличения техногенной нагрузки в береговой зоне.

Опыт исследований на ряде морей и крупных озер (Ладога, Байкал, Балхаш, Иссык-Куль, Великие озера, Каспийское море и др.) показывает, что, несмотря на относительно небольшое количество подземных вод, поступающих в

водоемы непосредственно, минуя речную сеть, их влияние на солевой состав и качество воды весьма значительно и сравнимо с воздействием, оказываемым поверхностными водами [Зекцер, Джамалов, 1989; Шабалина, Воронов, 2004]. Для водоемов Карелии количественная оценка формирования прямого подземного водного и солевого стока до последнего времени практически не проводилась.

Методы оценки подземного стока

Вопросы, посвященные оценке естественных ресурсов подземных вод на территории Карело-Кольского региона, рассматривались в работах многих исследователей: И. С. Зекцер и Л. Б. Ковальский [1963], Н. П. Небожева [1965], А. Н. Малявкин [1966], Е. И. Лось [1977], И. К. Поленов и Г. Н. Устинов [1980], А. В. Иешина и др. [1987], В. А. Всеволожский и Р. Н. Кочеткова [2003]. В этих работах оценка величины подземного стока проводилась методом расчета подземного притока в реки. Метод основан на анализе гидрограмм речного стока за многолетний период с выделением подземной составляющей. Региональная оценка подземного стока была выполнена И. К. Поленовым с учетом степени озерного регулирования рек, в отличие от большинства авторов, которые это условие не учитывали. Были рассчитаны значения среднегодового и минимального подземного стока для ряда наиболее изученных водосборов, в том числе для 18 водосборов бассейна Онежского озера. Наиболее обеспечена естественными ресурсами западная часть бассейна за счет более широкого развития песчаных массивов и расчлененности рельефа (модули стока 2–4 л/с · км^2). Минимальные значения модуля подземного стока (до 1 л/с · км^2) характерны для юго-восточной равнинной и заболоченной части. Коэффициент зимнего подземного питания рек, отражающий долю подземного стока в общем речном, в пределах бассейна Онежского озера изменяется от 22 до 95 %.

В расчете водного и химического баланса озер Карелии приход подземных вод количественно учтен в объеме среднемноголетнего речного стока, а прямой приток в водоемы подземных вод с прибрежной территории, не подверженной дренирующему воздействию рек и ручьев, прежде не принимался во внимание. Но именно в этой части водосборной площади озер располагаются основные очаги концентрированного загрязнения не только поверхностных, но и подземных вод: крупные промузлы, поселки, карьеры и многие другие хозяйственные объекты.

Подземный сток непосредственно в озера включает сток с междуречных пространств, родниковый сток береговой полосы и субаквальный приток в акватории озера. Существующие представления о формировании подземного стока, связанного с зонами тектонических нарушений и дренируемого основными областями разгрузки (Белое море, Ладожское и Онежское озера), крайне противоречивы. Одни исследователи [Зекцер, Ковальский, 1963; Пряхин, 1972] придерживаются взглядов о наличии значительных объемов глубокого регионального подземного стока в котловины моря и озер, другие [Всеволожский, Кочеткова, 2003] считают их чисто гипотетическими. Первым опытом изучения субаквальной разгрузки в озера Карелии являются результаты водно-гелиевой съемки придонного слоя воды в Петрозаводской губе Онежского озера [Поленов, Иешина, 1981]. Здесь в зоне разгрузки гдовского напорного водоносного горизонта гелиевая аномалия зафиксирована в полосе длиной 2 км и шириной 0,5 км, вытянутой параллельно берегу на расстоянии 1 км от него.

В основе изучения и количественной оценки подземного стока в озера (минуя речную сеть) лежат методы, основанные на количественном анализе условий формирования подземного стока в пределах водосборной и, прежде всего, в прибрежной его части. Для оценки подземного стока использовался гидродинамический метод расчета расхода подземного потока по известным аналитическим зависимостям, который широко применяется в практике гидрогеологических исследований [Джамалов и др., 1977; Зекцер, 2001].

Анализ геолого-гидрогеологического материала включает данные по 400 скважинам, пробуренным по всей прибрежной территории озер, а также результаты гидрогеологических работ по оценке эксплуатационных запасов подземных вод, выполненных ИВПС КарНЦ и другими организациями на отдельных участках бассейна Онежского озера (Пряжа, Эссойла, Деревянное, Поросозеро, Суоярви, Петрозаводск, Повенец, Челмужи, Мелиоративный). Гидрогеологические параметры, необходимые для расчета расхода подземного потока, рассчитывались по данным опытных откачек. Для прибрежной территории Онежского озера построены гидродинамические карты (водопроводимости, гидроизогипс). При расчете потока параметры не осреднялись в пределах значительных площадей, а снимались с соответствующих карт. В пределах основных водоносных комплексов побережья озер выделен ряд расчетных участков со сходными

гидрогеологическими условиями. В пределах участков расходы потоков подземных вод, направленных непосредственно в озеро, минуя речную сеть, рассчитаны по основной зависимости Дарси.

Оценка выноса в озера растворенных веществ производилась на основе полученных значений расходов подземных вод и сведений об их химическом составе. Анализ гидрогеохимических данных на исследованной территории, использованных для построения карты минерализации подземных вод, включал результаты опробования 1500 водопунктов (родники, скважины, колодцы). По ряду источников имеются многолетние наблюдения. Большинство анализов проб воды выполнены в аккредитованной химической лаборатории гидрохимии и гидрогеологии Института водных проблем Севера КарНЦ РАН по аттестованным методикам [Ефременко, 2007].

В данной статье обобщены результаты оценки подземного стока в Онежское озеро и некоторые озера бассейна р. Шуи (Сямозеро, Крошнозеро, Суоярви, Пряжинское), различные по гидрологическим характеристикам [Лифшиц, 1970; Бассейны рек..., 1986] и антропогенной нагрузке (табл. 1). Онежское озеро – второе по величине озеро Европы. Основная часть его котловины заполнена чистыми олиготрофными водами. Однако некоторые губы (Кондопожская, Петрозаводская, Большая) загрязнены сточными водами промцентров. Водосборы озер Сямозеро, Крошнозеро, Пряжинское в бассейне р. Шуи наиболее освоены. Озера используются для водоснабжения, рекреации, рыбного промысла и выращивания форели. Воды озер маломинерализованны – сумма ионов составляет 20–40 мг/л и слабо изменяется по акватории и глубине озер. По уровню трофии водоемы, согласно классификации С. П. Китаева (1984), относятся к мезотрофному типу, а оз. Крошнозеро (в отдельных участках) – к эвтрофному.

Таблица 1. Морфометрические характеристики озер

Озеро	Площадь, км^2		Глубина, м		Объем воды, км^3	Ширина фронта потока подземных вод, км (доля загрязненного стока, %)
	водосбора	зеркала	средняя	макс.		
Онежское	57 300	9840	30	127	295	1725 (14)
Сямозеро	1610	266	6,7	24,5	1,79	140 (20)
Суоярви	2087	61	4,7	26,0	0,285	93 (14)
Крошнозеро	187	9	5,7	12,6	0,05	23 (35)
Пряжинское	50	3,7	4,1	7,5	0,015	11 (44)

Условия формирования подземного стока на водосборе Онежского озера

Водосборная территория Онежского озера расположена в восточной части Балтийского щита на границе с Русской плитой. Сложность геологического строения района Онежского озера определяется его расположением в краевой части Балтийского щита и развитием разных по строению и времени образования тектонических структур. В строении щита принимают участие архейские и протерозойские породы кристаллического фундамента и рыхлые четвертичные отложения. В южной части бассейна распространены породы осадочного чехла Русской платформы, сложенного породами верхнего девона и нижнего карбона.

В пределах Балтийского бассейна трещинных вод основной водоносный горизонт, имеющий повсеместное распространение, залегает в верхней трещиноватой зоне кристаллических пород. Практически на всей территории развиты поровые грунтовые воды рыхлых отложений четвертичного покрова. Наиболее интенсивная трещиноватость кристаллических пород отмечается до глубин 30–40 м, глубже породы становятся слаботрещиноватыми. В зонах тектонических нарушений глубина распространения трещиноватости увеличивается до 100–150 м. Фильтрационные свойства трещиноватых пород изменчивы и, как правило, низкие. Водопроводимость архейских и нижнепротерозойский пород одного порядка (в среднем 2–5 м^2/сут), несколько выше средние значения осадочных пород палеозоя (10 м^2/сут), а максимальные величины (в среднем 80 м^2/сут) характерны для гдовского водоносного горизонта (рис. 1). Высокие значения водопроводимости встречаются в пределах всех комплексов и объясняются характером перекрывающих четвертичных отложений, которые играют ведущую роль в формировании подземного стока на кристаллическом массиве.

Подземные воды всех типов четвертичных отложений гидравлически тесно связаны между собой и с трещинными водами кристаллических пород. Высокое значение модулей подземного стока характерно для территорий, которые сложены песчаными, главным образом флювиогляциальными (озовыми) и озерно-ледниковыми отложениями мощностью 10 и более метров. Такие образования встречаются в Заонежье, на побережье Повенецкого залива и в среднем течении р. Шуи в областях развития краевых ледниковых образований. На участках, где кристаллические породы непосредственно перекрыты обводненными флю-

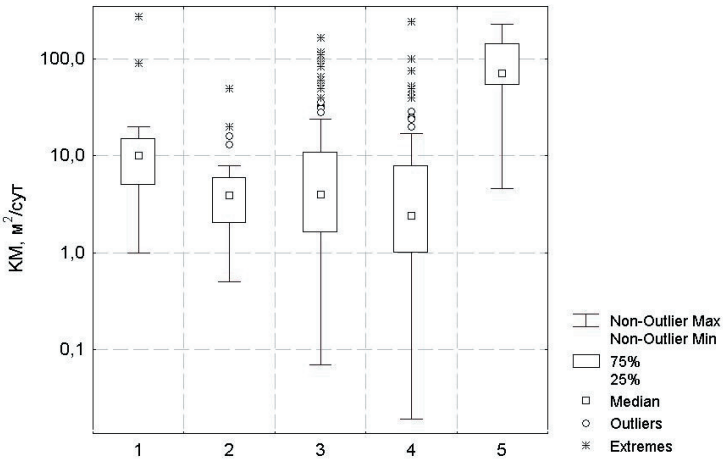


Рис. 1. Распределение величин водопроводимости пород различных комплексов в пределах водосборной площади Онежского озера:

1 – осадочные породы палеозоя; 2 – нижнепротерозойский комплекс верхнего карелия; 3 – нижнепротерозойский комплекс нижнего и среднего карелия; 4 – комплекс гранито-гнейсов; 5 – верхнепротерозойский комплекс

виогляциальными или озерно-ледниковыми отложениями (не мореной) даже небольшой мощности, водопритоки в скважины из трещиноватых пород заметно увеличиваются. Работы по разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод в отложениях водно-ледникового комплекса на территории Карелии показали, что водопроводимость флювиогляциальных отложений на 1–2 порядка выше, чем кристаллических, и достигает 200–1000 м^2/сут [Бородулина и др., 2006].

Подземные воды на кристаллическом щите, как правило, безнапорные, и только в местах, где в разрезе четвертичного покрова присутствуют глинистые фракции, воды приобретают напор. Повсеместно напорными являются воды осадочного комплекса Русской платформы. Питание подземных вод осуществляется полностью за счет инфильтрации атмосферных осадков, величина которой составляет обычно 70–100 мм/год [Иешина и др., 1987]. Среднегодовая величина инфильтрации в песчаных отложениях достигает 560 мм/год [Soveri, 1985].

Общие гидрогеологические условия открытого кристаллического массива, характеризующегося отсутствием региональных водоупоров, определяют довольно простую схему движения подземных вод для всех комплексов водовмещающих пород. Водосборы поверхностных и подземных вод совпадают, движение подземных вод направлено от водоразделов к ближайшим поверхностным водотокам и водоемам, где происходит их разгрузка. Родниковый сток в прибрежной зоне исследованных озер незначительный, на побережье Онежского озера зафиксировано лишь 15 родников с дебитами 1–10 л/с. Высокодебитные родники в Карелии единичны. Так, в бассейне р. Шуи на южном берегу оз. Крошнозеро известен родник с дебитом около 100 л/с, вскрывающий водоносный межморенный онегозерский горизонт.

Подземным водам Карелии свойственна в целом невысокая минерализация (как правило, менее 1 г/л), более минерализованные воды приурочены к зонам замедленного водообмена или связаны с особенностями тектонического строения. Бассейн Онежского озера характеризуется наиболее контрастным проявлением подземных вод различной минерализации и химического состава (рис. 2). В качестве основного фактора, определяющего количество растворенных солей в подземных водах, выступает водообмен, при уменьшении интенсивности которого возрастает время взаимодействия в системе порода – вода. В соответствии с соподчиненностью основных факторов выявляется региональная вертикальная и горизонтальная зональность, определяющая увеличение минерализации подземных вод с глубиной и по мере уменьшения степени расчлененности рельефа. Минимальные величины минерализации типичны для вод гранито-гнейсовых полей Западно-Карельской возвышенности, где в силу особенностей рельефа, характеризующегося грядовым типом и слабым развитием моренных равнин, создаются наиболее промывные условия. Самые минерализованные воды приурочены к породам Онежской структуры и юго-восточной части бассейна озера. Здесь скважинами вскрываются хлоридно-натриевые воды с минерализацией более 1 г/л, максимальные значения (до 10 г/л) отмечены в осадочных породах палеозоя. На Заонежском полуострове существует родник «Соляная яма» – единственный известный в Карелии естественный очаг разгрузки солоноватых (до 4 г/л) хлоридно-натриевых подземных вод. Разгрузка напорных минерализованных вод, по-видимому, связана с одной из надразломных зон складчато-разрывных дислокаций. Влияние подземных вод на гидрохимический режим рек этого района проявляется в изменении в меженный период

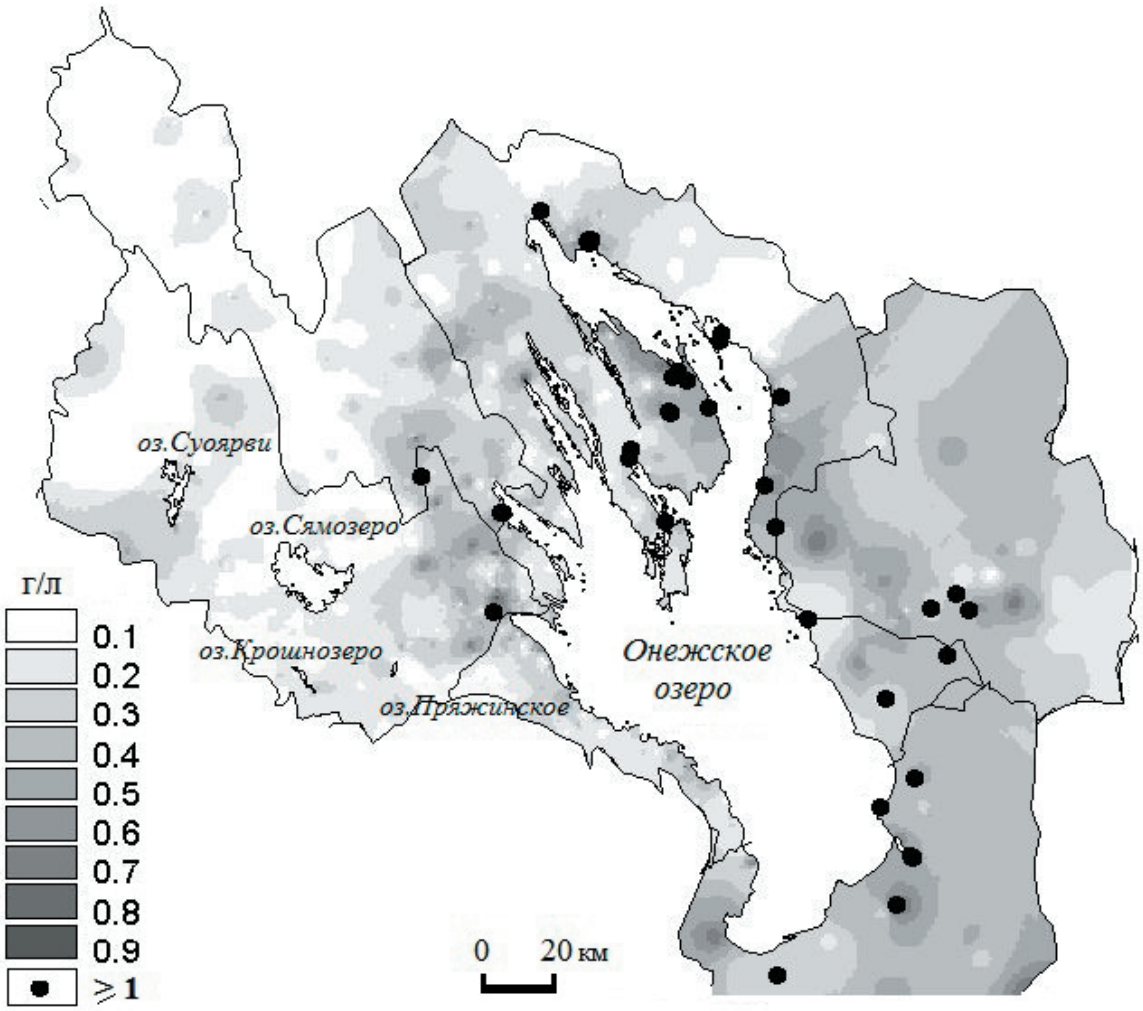


Рис. 2. Распределение величины общей минерализации на водосборной территории Онежского озера

типа воды с гидрокарбонатно-кальциевого на хлоридно-натриевый, как это наблюдалось в р. Антоновщина [Лозовик и др., 2005]. Свидетельством в пользу существования напорных соленых вод может служить новая информация о разрезе карельских образований Онежской структуры, включающих мощную толщу каменных солей ятулия [Куликова, 2010].

В Карелии преобладающим типом подземных вод является гидрокарбонатно-кальциевый, но встречаются гидрокарбонатно-натриевые (содовые), гидрокарбонатно-магниевые, сульфатные и хлоридные воды. Попытки связать состав подземных вод с составом вмещающих пород не привели к ожидаемым результатам [Гидрогеология СССР, 1977]. Одинаковые по минерализации и составу подземные воды формируются в различных по составу породах и наоборот. Исключением являются сульфатные воды, связанные с интенсивной сульфидизацией пород, и хлоридно-натриевые воды повышенной минерализации, приуроченные к осадочным породам.

Основным фактором, определяющим количество растворенных солей в подземных водах, выступает водообмен. Гидрокарбонатно-кальциевые воды формируются независимо от состава пород в зоне активного водообмена. В условиях слабого водообмена в породах различного состава (базальтах, доломитах, кварцито-песчаниках и др.) нередко образуется щелочная вода с низкими концентрациями кальция и магния при подавляющем преобладании гидрокарбонатов и натрия. В соответствии с представлениями С. Л. Шварцева [1998], формирование содовых вод (тех, которые насыщены кальцитом, а не любых, в которых $[HCO3^-] > [Ca + Mg]$) – естественное следствие взаимодействия вод с алюмосиликатными породами, и связано оно с определенной стадией эволюции подземных вод. Таким образом, в рассматриваемые озера разгружается подземная вода не только разной минерализации, но и различного состава. Следует подчеркнуть, что подземные воды на территории населенных пунктов подвержены загрязнению, преимущественно хозяйственно-

бытовому, которое выражается, прежде всего, в увеличении концентраций нитратов [Лозовик, Бородулина, 2009]. Если основными биогенными элементами, поступающими с речным стоком в озеро, являются кремний, железо и азот органический, то с подземным – нитраты.

Подземный водный и химический сток в озера

При расчете подземного стока принято допущение, что приток подземных вод в озера Сямозеро, Крошнозеро и Пряжинское формируется в основном в ледниковых и водно-ледниковых отложениях четвертичного возраста, а приток в оз. Суоярви – из верхней трещиноватой зоны пород архея. На побережье Онежского озера главные водоносные комплексы, формирующие подземную составляющую водного баланса озера, – комплекс четвертичных отложений, кристаллических пород Балтийского щита и комплекс осадочного чехла Русской платформы. В пределах главных комплексов, в первом приближении совпадающих с основными геологическими структурами побережья, с учетом характера четвертичного покрова и степени расчлененности рельефа выделены 11 расчетных участков береговой зоны со сходными гидрогеологическими условиями. В пределах участков рассчитаны расходы потоков подземных вод, направленных непосредственно в озеро, минуя речную сеть (рис. 3).

Общий подземный сток в Онежское озеро оценен в 0,14 км^3/год. Основной объем подземного стока формируется в пределах участков 2–6, сложенных нижнепротерозойскими породами, обрамляющими заливы в северной и северо-западной частях Онежского озера. Наименьший объем поступает из пород архейского возраста с восточного побережья озера. Основной объем подземных вод в озера Сямозеро, Крошнозеро и Пряжинское поступает из песчаных водно-ледниковых отложений. Данные по речному притоку в озера взяты из работ [Поверхностные воды..., 1991; Потапова, Лозовик, 2007; Потапова и др., 2007].

Результаты расчета водного и ионного притока подземных вод в озера свидетельствуют о том, что подземный сток непосредственно в озера (минуя речную сеть) по сравнению с речным в целом невелик, хотя и выражается различной величиной – от менее 1 % (Онежское озеро и оз. Суоярви) до 23 % (оз. Пряжинское) (табл. 2). В то же время доля подземного ионного стока в озера по отношению к речному более существенна и составляет 8 % (Онежское озеро и оз. Суоярви) и 30–40 % (Крошнозеро, Сямозеро). Подземный ионный сток в Пряжинское озеро превышает поверхностный. Такая большая величина объяснима высокой антропогенной нагрузкой в прибрежной части озера, где населенная территория составляет почти половину зоны непосредственного подземного стока в озеро (табл. 1). Причем ионный сток включает только сумму консервативных элементов без учета биогенных.

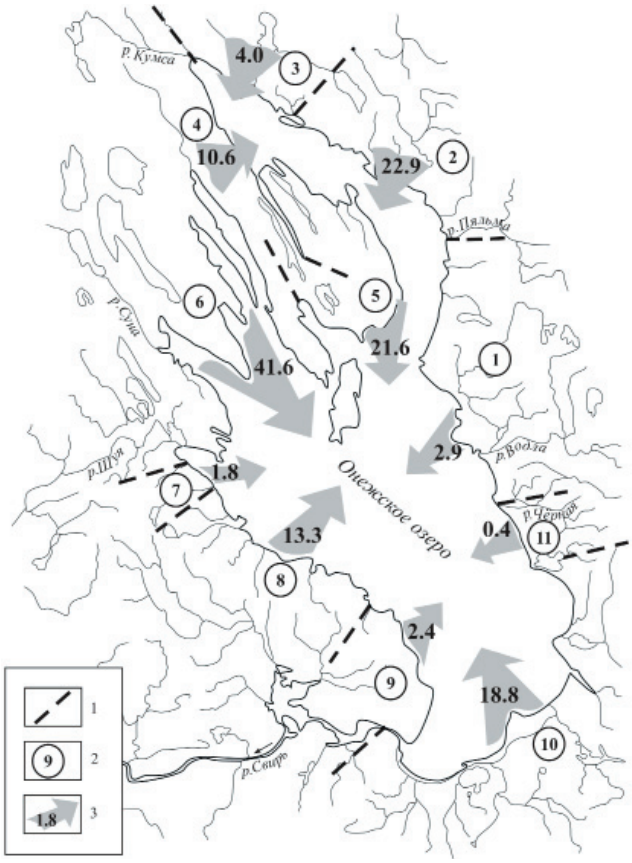


Рис. 3. Объемы подземного стока с расчетных участков побережья Онежского озера:

1 – границы расчетных участков; 2 – номера участков; 3 – объемы стока (млн м^3/год)

Таблица 2. Водный и ионный сток в озера

Озеро	Водный сток, млн м^3/год		Ионный сток, тыс. т	
	Речной	Подземный	Речной	Подземный
Онежское	16 800	140,3	635,0	45,3
Суоярви	702	2,7	7,5	0,6
Сямозеро	372	41,3	8,2	3,4
Крошнозеро	61,4	7,4	2,5	0,8
Пряжинское	13,3	3,1	0,17	0,24

Полученные результаты расчета водного и химического подземного стока и современные данные о химическом составе атмосферных осадков [Потапова, Лозовик, 2007] позволили уточнить химический баланс ионного стока и основных биогенных элементов для Онежского озера и Крошнозеро. В работах [Сабы-

Таблица 3. Химический баланс Онежского озера

Элементы баланса	Водный сток, км^3	Ионный сток, тыс. т	N-NO_3, т	$P_{общ}$, т	Si, т
Речной приток	16,8	635,0	706	504	28 360
Атмосферные осадки	5,5	11,0	2052	61	1000
Сточные воды	0,1	20,0	–	174	–
Подземный приток	0,14	45,3	68,5	8	701
Всего приход	20,76	711,3	2825,5	747	30 062
Сток из озера	18,6	718,0	4092	230	5005
Невязка, %		1	32	69	83

Таблица 4. Химический баланс оз. Крошнозеро

Элементы баланса	Водный сток, млн м^3	Ионный сток, т	N-NO_3, т	$P_{общ}$, т	Si, т
Речной приток	61,36	2487	16,4	6,9	219
Атмосферные осадки	6,68	13	0,7	0,1	1,2
Сточные воды	0,01	4	–	0,1	–
Подземные	7,4	776	22	2	47
Всего приход	75,45	3280	39,1	9,1	247,2
Сток из озера	70,56	3127	14,1	3	51,1
Невязка, %		5	64	67	79

лина, 1991, 2007] подземная составляющая в химическом балансе озер не учитывалась, чем и объяснялась невязка по ионному притоку и стоку. Количественный расчет подземного стока практически полностью сбалансировал поступление и вынос консервативных элементов (табл. 3, 4). Невязка баланса фосфора и кремния (превышение притока над стоком) сохраняется и с учетом подземной составляющей. Она обусловлена внутриводоемными процессами трансформации фосфора и кремния (седиментацией, потреблением планктоном, захоронением в донных отложениях). Невязка баланса нитратов в оз. Крошнозеро объяснима их активным потреблением в этом эвтрофном озере. В Онежском озере, наоборот, приход нитратов меньше, чем их сток. Это связано с особенностями круговорота азота в больших стратифицированных водоемах [см. ст. П. А. Лозовика и др. в наст. номере].

На долю подземного стока в приходной части ионного баланса Онежского озера приходится 6 %, в балансе биогенных элементов – 1–3 %. Роль подземного химического стока в оз. Крошнозеро значительно выше. Здесь на долю подземной составляющей в балансе главных ионов приходится 24 %, с подземными водами поступает 56 % нитратов, 22 % фосфора, 19 % кремния от общего поступления.

Таким образом, несмотря на относительно небольшое количество подземных вод, поступающих непосредственно в озера, их влияние на ионный состав более значимо и нередко сравнимо с воздействием, оказываемым поверхностными водами. Наиболее важна роль прямого подземного стока в химическом балансе небольших озер с высокой антропогенной нагрузкой в прибрежной зоне, загрязненный подземный сток с которой значительно увеличивает поступление всех компонентов и особенно нитратную нагрузку на водоем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 08-05-98801-р_север_а). Автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ и В. В. Тренину за оказанную помощь в подготовке статьи.

Литература

Бассейны рек Балтийского моря, Онежского и Ладожского озер / Государственный водный кадастр. Т. 1. РСФСР. Вып. 5. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 688 с.

Бородулина Г. С., Богачев М. А., Филатов Н. Н. Результаты гидрогеологических исследований и перспективы использования вод из четвертичных отложений // Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества. Петрозаводск; Куопио: Карельский НЦ РАН, 2006. С. 144–161.

Всеволожский В. А., Кочеткова Р. Н. Подземный сток Карелии // Водные ресурсы. 2003. Т. 30, № 4. С. 389–399.

Гидрогеология СССР. Сводный том, вып. 3. М., 1977. 216 с.

Джамалов Р. Г., Зекцер И. С., Месхетели А. В. Подземный сток в моря и мировой океан. М.: Наука, 1977. 94 с.

Ефременко Н. А. Методы отбора и химического анализа проб воды // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 10–12.

Зекцер И. С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001. 328 с.

Зекцер И. С., Джамалов Р. Г. Подземные воды в водном балансе крупных регионов. М.: Наука, 1989. 123 с.

Зекцер И. С., Ковальский Л. Б. Гидрогеологические условия формирования подземного стока в реки на территории Карело-Кольского региона // Вестник Московского ун-та. 1963. № 5.

Иешина А. В., Поленов И. К., Богачев М. А. и др. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. 151 с.

Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.

Куликова В. В. Палеопротерозойские вулканы центральной Карелии и модели их образования (новый взгляд) // Литосфера. 2010. № 3. С. 118–127.

Лифшиц В. Х. Физико-географическая характеристика бассейна и режим стока реки Шуи (притока Онежского озера) // Водные ресурсы Карелии и пути их использования. Петрозаводск, 1970. С. 235–276.

Лозовик П. А., Басов М. И., Зобков М. Б. Поверхностные воды Заонежского полуострова, химический состав воды // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. С. 35–47.

Лозовик П. А., Бородулина Г. С. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 6. С. 694–704.

Лось Е. И. Некоторые закономерности формирования подземного стока Карелии (на примере озерно-речной системы Шуи) // Водные ресурсы. 1977. № 1. С. 106–118.

Малявкин А. Н. Подземное питание рек Карелии. Петрозаводск, 1966. 112 с.

Небожева Н. П. Оценка подземного стока в реки Кольского полуострова и Карелии // Тр. ГГИ. 1965. Вып. 122. С. 67–81.

Поверхностные воды озерно-речной системы Шуи в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Карелия, 1991. 211 с.

Поленов И. К., Иешина А. В. Сток подземных вод в Петрозаводскую губу Онежского озера // Петрозаводская губа Онежского озера. Петрозаводск, 1981. С. 156–159.

Поленов И. К., Устинов Г. Н. Оценка подземного питания рек Карелии методом расчленения их гидрографов // Сб. работ по гидрологии. Л., 1980. № 15. С. 53–61.

Потапова И. Ю., Лозовик П. А. Характеристика химического состава атмосферных осадков и химических выпадений на территории Карелии // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 174–187.

Потапова И. Ю., Белкина Н. А., Бородулина Г. С. и др. Гидрохимические исследования озера Пряжинского // Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 123–134.

Пряхин А. И. Региональные гидрогеологические особенности Карелии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1972. Т. 47, № 2. С. 124–131.

Сабылина А. В. Химический баланс оз. Крошнозеро и биогенная нагрузка // Поверхностные воды озерно-речной системы Шуи в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Карелия, 1991. С. 156–161.

Сабылина А. В. Внешняя нагрузка на Онежское озеро // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 19–21.

Шабалина М. А., Воронов А. Н. Роль подземных вод в водном балансе Ладожского озера // VI Всерос. гидрологический съезд: Тез. докл. СПб., 2004. С. 63–65.

Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М.: Недра, 1998. 366 с.

Zektser I. S., Dzhamalov R. G., Everett L. G. Submarine groundwater. Atlanta, USA: CRC Press, 2006. P. 466.

Soveri J. Influence of meltwater on the amount and composition of groundwater in Quaternary deposits in Finland // National Board of Waters. N 63. Helsinki (Finland), 1985. P. 92.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Бородулина Галина Сергеевна
старший научный сотрудник, к. г.-м. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: bor6805@yandex.ru
тел.: (8142) 576541

Borodulina, Galina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bor6805@yandex.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 116–123

УДК 349.6: 639.2/.3

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА

О. Я. Глибко[1], А. А. Лукин[2], Б. Ф. Прищепа[3]

[1] Карельское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ»
[2] Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН;
Институт проблем промышленной экологии Севера
Кольского научного центра РАН
[3] ФГУП «ПИНРО»

В статье дается анализ развития и становления современного законодательства о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов с середины прошлого века по настоящее время. Дается характеристика основных источников законодательства. Анализируются достоинства и недостатки нормативно-правового регулирования рыболовства и перспективы его оптимизации.

Ключевые слова: водные биологические ресурсы, законодательство, рыболовство, охрана, оптимизация.

O. Ya. Glibko, A. A. Lukin, B. F. Prishchepa. MODERN PROBLEMS OF FISHERY REGULATION BY LAWS AND STANDARDS

The paper describes the formation of modern legislation on fishery and preservation of water biological resources from the middle of the past century onwards. The basic sources of the legislation are characterized. Merits and flaws of the laws and standards regulating fishery and the prospects of their optimization are analyzed.

Key words: water biological resources, legislation, fishery, protection, optimization.

Введение

Водные биологические ресурсы в историческом, экономическом и социальном аспектах являются фактором благосостояния и развития России, а для населения многих территорий – фактором выживания.

Решение существенной части проблем, стоящих сегодня перед рыбной отраслью, связано, прежде всего, с разработкой нормативно-правовой базы, на основе которой возможно построение эффективной в экологическом и экономическом отношениях системы управления водными биоресурсами. Однако попытки совершенствования действующего законодательства зачастую оказываются неэффективными, поскольку не учитывают исторические и социальные факторы, современное состояние биоресурсов.

Целью настоящей работы было исследование становления современного законодательства РФ о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов (ВБР).

В рамках поставленной цели решались следующие задачи: а) охарактеризовать современное состояние законодательства о рыболовстве, б) выявить основные достоинства и недостатки законодательства, в) проанализировать перспективы эволюции законодательства и оптимизации системы рыболовства.

Отечественный опыт использования и охраны природных ресурсов представляет уникальный материал, который может и должен быть использован при создании концептуальной и

методологической основ системы рыбного хозяйства в России.

Становление законодательства о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов

Законодательство о водных биологических ресурсах как самостоятельная отрасль законодательства в России возникла достаточно поздно.

В первые годы советской власти регулирование в сфере рыболовства сводилось к упорядочению системы добычи ВБР, а их охране практически не уделялось внимания. Системные меры, направленные на сохранение и восстановление численности водных животных, принимаются только начиная с середины 1950-х гг. Одним из первых таких актов стало Постановление СМ СССР от 15 сентября 1958 г. № 1045 «О воспроизводстве и охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР», действующее до сих пор. Оно обязало Совет Министров РСФСР обеспечить разработку и применение типовых рыбозащитных сооружений для предотвращения засасывания молоди промысловых рыб насосными установками и оросительными системами, запрещало строительство гидротехнических сооружений и насосных установок на рыбохозяйственных водоемах без проведения согласованных с органами рыбоохраны мероприятий по сохранению и воспроизводству рыбных запасов в этих водоемах, а также утвердило «Положение об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР».

Вплоть до начала 2000-х гг. нормативно-правовое регулирование в области рыболовства носило в основном подзаконный характер при большом количестве советских нормативных актов. Например, и сегодня сохраняет действие Положение о любительском и спортивном рыболовстве (Приказ Минрыбхоза СССР от 7 апреля 1982 г. № 139).

В 2000-е гг. ситуация стала выправляться. Президент и Правительство Российской Федерации приняли ряд нормативных документов, таких как Морская доктрина РФ на период до 2020 г. (2001), Концепция развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г. (2003) и др. – декларативных по своей сути, но задающих определенное направление для развития рыбной отрасли. Подобные документы разрабатывались также научными и общественными кругами, например, Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России (принята на Национальном Форуме по сохранению биоразнообразия 05.06.2001). Основными задачами в рамках стратегии являются: создание и совершенствование нормативно-правовой базы; разработка стратегии комплексного использования биоресурсов на экосистемной основе; обеспечение условий сохранения восстановительного потенциала для популяций отдельных ресурсных видов, сообществ, экосистем; переход от экстенсивной к интенсивной стратегии биоресурсопользования.

Упорядочению отношений в отрасли немало способствовало и вступление в силу Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее – закон о рыболовстве). Необходимо отметить долгую историю принятия данного закона – более 10 лет. Затягивали законотворческий процесс лоббирование интересов хозяйствующих субъектов, споры законодательных и исполнительных органов, многочисленные дискуссии в научных и общественных кругах.

Первый законопроект был подготовлен еще в 1993 г. Но интенсивная работа над законом началась после принятия в 1995 г. закона о животном мире. Проект № 96700125-2 закона «О рыболовстве и охране водных биоресурсов» был представлен в июле 1996 г. Он был объемным (111 распространенных статей), имел отличавшуюся от современного закона структуру, закреплял ряд новых терминов и давал новую трактовку старым (право собственности на ВБР, рыбохозяйственные водоемы, такие виды пользования, как аренда, кратковременное и безвозмездное пользование). В проекте подробно изложены положения о государственном управлении и системе уполномоченных государственных органов, о лицензировании промрыболовства и рыбоводства, о видах пользования ВБР, о видах платежей и их распределении, льготах пользователям биоресурсами, об ответственности и др. Предлагались новые институты: государственная рыбохозяйственная экспертиза, ихтиопатологический контроль.

Ввиду большого количества противоречий проекта с нормами налогового, бюджетного, административного законодательства Российской Федерации он был отклонен парламентом летом 1997 г.

Представленный в Государственную Думу РФ в июле 2000 г. проект закона «О рыболовстве и охране водных биоресурсов» был значительно сокращен (до 97 статей), из него были изъяты положения об ихтиопатологическом контроле, о собственности на ВБР. В то же время увеличено количество определений терминов (до 32, притом что в первом проекте их было 13, а в принятом законе осталось 19), расширен

перечень оснований возникновения права пользования, установлены требования к различным видам хозяйственной деятельности. Нововведения – институт общественной охраны ВБР, Целевой бюджетный Фонд управления, изучения сохранения и воспроизводства ВБР.

Указанный проект уже в ранге Федерального закона был принят Государственной Думой 19 июля 2000 г., но отклонен Советом Федерации с предложением о создании согласительной комиссии 26 июля (№ 228-СФ). В Заключении Комитета Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов отмечался ряд недостатков законопроекта. Разногласия возникли в отношении права собственности на ВБР и связанного с этим порядка предоставления их в пользование. В частности, предлагалось передать полномочия по распоряжению ВБР, находящимися в собственности субъектов Федерации, региональным органам власти (ст. 28), а также отнести биоресурсы внутренних морских вод и территориального моря к собственности субъектов РФ, что способствовало бы более быстрому их освоению, с одновременной ответственностью субъектов РФ за сохранение и управление этими водными биоресурсами (ст. 23 проекта). Также отмечалось несоответствие между бассейновым и территориальными принципами в управлении ВБР (статьи 18, 21 и др.); нечеткое определение порядка утверждения общих допустимых уловов и квот добычи (вылова) биоресурсов (ст. 59). Из числа участников правоотношений, регулируемых законом, в противоречие закону «Об охране окружающей среды» были исключены граждане и общественные организации – не пользователи ВБР. Также законопроект по ряду положений противоречил Налоговому и Бюджетному кодексам РФ.

Проект в редакции согласительной комиссии (март 2001 г.) был несколько сокращен, из него были изъяты отдельные положения (например, об общественной охране). Но далеко не все замечания и предложения Комитета Совета Федерации были учтены. Проект отличали все те же недостатки: излишняя «загруженность», декларативность и повторяемость норм, противоречие с нормами гражданского, бюджетного, налогового законодательств, закона о лицензировании видов деятельности и даже Конституции РФ. В результате закон не был принят.

Принятый в декабре 2004 г. закон носил компромиссный характер. «По ряду позиций он просто закрепляет статус-кво, а по всем спорным вопросам отсылает к постановлениям Правительства РФ» [Арсюхин, 2004], а также к федеральным законам, международным договорам, решениям исполнительных органов власти. Так, ст. 12 «Ограничение права пользования водными биоресурсами» как нельзя лаконична: «Право пользования водными биоресурсами может быть ограничено в соответствии с федеральными законами и международными договорами Российской Федерации».

Современное законодательство о рыболовстве и сохранении ВБР

Законодательство о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов, как и в советское время, выступает как составная часть законодательства о животном мире.

К основным источникам законодательства относят Конституцию Российской Федерации от 12 декабря 1993 г., Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире», Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и специализированный Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

Принятая всенародным голосованием в 1993 г. *Конституция Российской Федерации* в статье 9 определила, что земля и природные ресурсы могут находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности. Часть вторая ст. 36 говорит о том, что «владение, пользование и распоряжение землей и другими природными ресурсами осуществляются их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов иных лиц». Ст. 42 гарантирует каждому право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. В ст. 58 установлена обязанность каждого сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам. В соответствии с п. «д» части первой ст. 72 природопользование и охрана окружающей среды находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Федерации.

В 1995 г. был принят *Федеральный закон «О животном мире»*. Он является законом общего характера; устанавливает основные понятия законодательства (животный мир, объекты животного мира, использование и охрана объектов животного мира и др.; ст. 1), право собственности на объекты животного мира (ст. 4), полномочия органов государственной власти и местного самоуправления (статьи 6–8), управление, контроль, мониторинг, нормирование,

охрана, пользование животным миром (глава 5), порядок получения лицензий и их виды, виды пользования животным миром, права и обязанности пользователей, ответственность за нарушение законодательства.

В 2002 г. вступил в силу новый *Федеральный закон «Об охране окружающей среды».* Он ввел понятия природных ресурсов и их использования, нормативов допустимого воздействия и допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, требований и контроля в области охраны окружающей среды, экологического мониторинга, вреда окружающей среде и др. (ст. 1), установил принципы охраны окружающей среды (ст. 3), в том числе: а) охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности; б) платность природопользования и возмещения вреда окружающей среде; в) презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности; г) сохранение биоразнообразия и др.

В главе 7 закона (статьи 34–56) установлены требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Принятый в декабре 2004 г. *Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»* призван развить положения закона о животном мире в отношении живых ресурсов водных объектов. В законе 7 глав и 53 статьи. Первая глава, по установившимся правилам законотворческой техники, содержит общие положения: понятия, принципы, участники и объекты отношений, содержание и сфера действия законодательства. Важным моментом стало отнесение к участникам правоотношений всех граждан, даже не являющихся пользователями ВБР (чего не было в описанных выше законопроектах). Эта норма закреплена на уровне принципа законодательства (п. 5 ст. 3).

В главе 2 определены основные права на водные биоресурсы: право собственности и право пользования. Право собственности на биоресурсы (ст. 10) в законе справедливо связано с правом собственности на водный объект и в этой связи соответствует нормам водного законодательства. Все водные биоресурсы, за исключением биоресурсов обособленных водных объектов, таким образом, находятся в федеральной собственности.

Обширная третья глава посвящена рыболовству (объекты и виды рыболовства, ограничения рыболовства, общие допустимые уловы, квоты добычи и их распределение). Важным моментом явилось положение о закреплении за пользователями биоресурсами в целях промышленного рыболовства на срок не менее пяти лет «долей в общем объеме квот добычи (вылова) водных биоресурсов, определенных на основании данных об объеме добытых (выловленных) ими водных биоресурсов за предыдущие пять лет» (часть первая ст. 31). Квоты на вновь вводимые в пользование биоресурсы, а также изъятые квоты подлежат продаже на аукционах (ст. 38).

Законом введено понятие рыбопромыслового участка (ст. 18). Договоры пользования рыбопромысловыми участками заключаются на конкурсной основе (ст. 41), за исключением заключения договоров с лицами, относящимися к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ, или их общинами (часть вторая ст. 39).

Отдельная глава закона (глава 6) посвящена вопросам сохранения водных биоресурсов и среды их обитания. Важным положением здесь было то, что при осуществлении любых видов работ должно учитываться их возможное влияние на состояние водных биоресурсов и среду их обитания (часть первая ст. 50).

С 2005 г. началась усиленная работа по формированию нормативно-правового обеспечения законодательства о рыболовстве, которая продолжается до сих пор. В развитие закона был принят целый ряд документов. Так, в 2005 г. приняты «Типовые правила рыболовства», в соответствии с которыми затем принимались правила рыболовства для каждого рыбохозяйственного бассейна. В августе 2008 г. Правительство РФ утвердило «Правила образования рыбохозяйственных заповедных зон», а также определило, какой размер ущерба водным биоресурсам следует считать крупным, что имело большое правоприменительное значение; в октябре утвердило «Правила установления рыбоохранных зон», а в декабре того же года – «Правила организации и проведения конкурса на право заключения договора о предоставлении рыбопромыслового участка для организации любительского и спортивного рыболовства». Приказами Росрыболовства утверждаются перечень анадромных рыб (Приказ от 26.02.2009 № 147), перечень видов биоресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов (в последней редакции был утвержден в сентябре 2009 г.). В марте 2009 г. Росрыболовством утвержден «Перечень особо ценных и ценных видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства».

Одновременно шла работа по совершенствованию принятого закона о рыболовстве.

Однако порой изменения, вносимые в закон, скорее ухудшали, чем улучшали, положение рыбозаготовительных организаций и снижали заложенные в первоначальном законе возможности эффективного регулирования отношений в сфере рыболовства.

Недостатки действующего законодательства о рыболовстве

Упорядочения отношений в сфере рыболовства с введением в действие закона о рыболовстве не произошло. Как уже отмечалось, все спорные и насущные вопросы в законе были отданы на уровень подзаконного регулирования или заменялись отсылочными нормами (отсылают к положениям гражданского, водного и других отраслей законодательства). Более 80 % статей закона содержат отсылочные нормы. С одной стороны, это дало возможность более гибкого решения многих вопросов (через акты правительства и специально уполномоченного органа в области рыболовства), с другой – снова затянуло урегулирование ряда важных вопросов на неопределенный срок.

Многие ожидания рыболовов и экологов, которые возлагались на этот закон, не оправдались. Закон заложил основы для устойчивого развития российского рыбохозяйственного комплекса, но не решил вопросов контроля за выловом, не снял проблемы «сырьевого» характера морского рыболовства, когда рыбаки вынуждены сдавать пойманную рыбу в порты других стран (Норвегия, Китай, Япония), стимулируя зарубежную рыбоперерабатывающую промышленность.

По словам Станислава Ильясова, руководителя Государственного комитета РФ по рыболовству в 2004–2007 гг., принятие закона должно было положить конец хищническому лову рыбы и браконьерству. Однако при этом про браконьерство в законе не говорится ни слова. Действенных механизмов контроля за рыбозаготовителями и стимулирования их к соблюдению законодательства предложено не было [Арсюхин, 2004].

Много вопросов вызвал механизм распределения квот между пользователями водных биоресурсов, а также сроки, на которые квоты выдаются. Не всеми принят конкурсный механизм распределения рыбопромысловых участков. Рыбаки опасаются, что таким образом могут быть не учтены интересы местных рыбохозяйственников, традиционных рыболовецких общин, объединений, ассоциаций рыбаков. «Исключение исторического принципа их закрепления может привести к вытеснению местных рыбозаготавливающих организаций, а также к ущемлению интересов местного населения» – отмечают представители WWF [Об изменениях в Законе о рыболовстве, 2008]. Многие исследователи отмечали, что закон не направлен на создание равных условий для всех отечественных рыбохозяйственных предприятий и не способен обеспечить стабильную работу рыбохозяйственного комплекса.

Понимая несовершенство закона, исполнительные и законодательные органы государственной власти неоднократно инициировали в него изменения.

В поправках, внесенных Федеральным законом от 29.12.2006 № 260-ФЗ, уточнено понятие и статус рыбопромыслового участка, в частности, изъято положение о том, что в него включается прибрежная полоса суши.

Изменения, внесенные законом от 06.12.2007 № 333-ФЗ, были более обширны. Был уточнен ряд понятий законодательства, юридическая терминология закона, целый ряд статей (11–14, 17, 29, 32 и др.) получил новую редакцию, введены новые статьи (например, ст. 14^1 – Защита конкуренции в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов) и даже новая Глава 3^1 «Решения органов государственной власти и договоры, на основании которых возникает право на добычу (вылов) водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства». В статье 17 установлены 8 рыбохозяйственных бассейнов. Введена норма: реализация водных биоресурсов и продуктов их переработки осуществляется на товарных биржах (часть 3 ст. 19). Уточнено положение ст. 24: «Граждане вправе осуществлять любительское и спортивное рыболовство на водных объектах общего пользования свободно и бесплатно, если иное не предусмотрено настоящим Федеральным законом». Установлено, что рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ может осуществляться без разрешения на добычу водных биоресурсов, за исключением добычи (вылова) редких и находящихся под угрозой исчезновения видов водных биоресурсов (часть вторая ст. 25). Изменен порядок перехода права на добычу от одного лица к другому (ст. 32).

Важным нововведением стало увеличение срока, на который предоставляются доли в квотах, до 10 лет (часть первая ст. 31). Это позволяет рыбакам делать долгосрочные вложения, например, строить новые суда, закупать оборудование для первичной переработки рыбы и др. Но в то же время из закона были убраны все по-

ложения, касающиеся контроля в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, исчезло понятие прибрежного рыболовства.

«Атака» на прибрежное рыболовство продолжилась и дальше, с введением в действие Федерального закона от 03.12.2008 № 250-ФЗ. Он вернул в ст. 1 понятие прибрежного рыболовства, однако изменил правовой статус данного института. «Прибрежное рыболовство, рыболовство во внутренних водных объектах, товарное рыбоводство, искусственное воспроизводство лишились энергетики, данной им законом в 2004 году, и становятся немощными и несамостоятельными» [Быстров, 2010]. Разработав по поручению Президента РФ поправки по передаче полномочий субъектам федерации в части организации прибрежного рыболовства (ст. 20 закона о рыболовстве), Росрыболовство оставило субъектам РФ только теоретическую возможность организации рыбопромысловых участков для организации прибрежного рыболовства в территориальном море и внутренних морских водах.

Другие изменения в законе также носят неоднозначный характер, например, законодательное закрепление прилова (ст. 29^2 – Прилов водных биоресурсов). Опасения многих рыбаков вызывает положение о продаже всей рыбопродукции через биржи. Исключение условий наделения прибрежными квотами только тех юридических и физических лиц, которые зарегистрированы в конкретном субъекте РФ, также не идет на пользу местным производителям. Вызывает критику введенная поправками 2007 и 2008 гг. процедура таможенного предъявления на территории Российской Федерации рыбы, пойманной в 200-мильной экономической зоне.

Сосредоточение функций по управлению и нормативно-правовому регулированию рыбной отрасли в одном органе (Федеральном агентстве по рыболовству), как ни странно, не привело к значительному повышению эффективности использования и охраны водных биоресурсов. Задачи, стоящие перед отраслью, рассматриваются в Росрыболовстве под своим углом, зачастую непонятным не только организованным рыбозаготовителям, но и высшим должностным лицам. В итоге годами назревавшие проблемы приходится решать Президенту РФ или премьер-министру во время поездок в проблемный регион. Однако и тогда поручения высших чиновников не исполняются либо исполняются настолько формально и таким образом, что извращается их первоначальный смысл.

Резко увеличилось число подзаконных актов, которые необходимо принять, чтобы закон заработал в полную силу. За 3 года их число превысило 300, но, тем не менее, многие вопросы еще не урегулированы. Да и действующее нормативно-правовое обеспечение законодательства и основанная на нем организация ведения промысла также далеки от совершенства. Так, вызывают вопросы некоторые положения Правил рыболовства, в том числе в отношении параметров орудий лова и установленных промысловых размеров, допустимой величины прилова. Не всегда возможно оперативное регулирование ситуации на водоемах при помощи тех правовых инструментов, которые нам предлагает закон. Например, процедура принятия приказов о запрете вылова рыбы при превышении возможных или допустимых ее уловов на конкретный год затягивается на несколько месяцев, и зачастую приказ вступает в силу, утратив свое регулирующее значение.

Таким образом, существующее законодательство еще далеко от совершенства. Неурегулированность ряда отношений, отсутствие оперативных механизмов управления, спорный характер норм не способствуют сохранению и воспроизводству ВБР, тормозят развитие рыбной отрасли, заставляя рыбодобывающие организации нарушать закон, изначально призванный защищать интересы промысловиков и рыболовов-любителей.

Перспективы оптимизации законодательства о рыболовстве

30 марта 2009 г. Приказом Росрыболовства № 246 утверждена «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года». Целью стратегии было объявлено формирование условий для устойчивого социально-экономического развития страны, достижения ею к 2020 г. лидирующих позиций среди мировых рыболовных держав путем перехода рыбохозяйственного комплекса от экспортно-сырьевого типа к инновационному типу развития на основе сохранения, воспроизводства, рационального использования ВБР и обеспечения глобальной конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса.

Однако достижение указанной цели связано с решением большого количества проблем, существующих в отрасли. Определенные надежды внушают поправки, внесенные в закон о рыболовстве в декабре 2010 г. Согласно им вводятся нормы прямого действия, отражающие специфику осуществления рыболовства в научно-исследовательских, контрольных, учебных и культурно-просветительских целях, в целях рыбоводства, воспроизводства и акклиматизации

водных биоресурсов. Также уточняются нормы, касающиеся искусственного воспроизведения водных биоресурсов, особенностей осуществления любительского и спортивного рыболовства.

Но некоторые из этих нововведений вызывают обоснованные вопросы. Рыбаки опасаются, что они станут основой для передачи всех ВБР частным компаниям, в том числе и при организации любительского и спортивного рыболовства, что сделает всю рыбалку платной. Из статьи 25 закона убрали п. 4, в котором говорится, что любительская и спортивная рыбалка на рыбопромысловых участках могла осуществляться только с согласия пользователя. На практике было совершенно непонятно, что означает это самое «разрешение пользователя», как оно должно выглядеть. Но эта норма, по сути, продолжает действовать, будучи закреплена в правилах рыболовства для каждого рыбохозяйственного бассейна. Остается надеяться, что в скором времени нормы, связанные с организацией любительского и спортивного рыболовства, примут новую, адекватную редакцию.

Положительным моментом можно считать принятое Правительством РФ Распоряжение от 21.01.2011 об отмене ветеринарно-сопроводительных документов на улов рыбы. Еще 22 июля 2010 г. Федеральная антимонопольная служба признала эту норму нарушающей антимонопольное законодательство и приводящей к установлению дополнительных административных барьеров на этом рынке. Теперь при транспортировке рыбной продукции достаточно наличия копии разрешения на добычу (вылов) ВБР.

Важным шагом видится принятие в ближайшем времени закона об аквакультуре, в котором будут четко отражены вопросы собственности на объекты рыбоводства и особенности правового регулирования данного вида деятельности.

Главной целью политики в области рыболовства является обеспечение устойчивого управления ВБР и эффективной работы природоохранного законодательства. Концепция устойчивого управления базируется на экосистемном подходе и принципах непрерывности и неистощимости многоцелевого пользования водными объектами и их ресурсами. Она подразумевает управление водными объектами, использование их, а также водосборного бассейна этих объектов таким образом, чтобы обеспечить сохранение их разнообразия, продуктивности, воспроизводственной способности, жизнеспособности и потенциала выполнения ими – в настоящем и в будущем – соответствующих экологических, экономических и социальных функций на местном, социальном и глобальном уровнях.

Базовые критерии устойчивого управления водными объектами и их ресурсами включают: а) сохранение качества вод; б) поддержание продукционной способности водных экосистем; в) поддержание жизнеспособности водных экосистем в условиях негативных антропогенных и природных воздействий; г) сохранение биологического разнообразия; д) поддержание и расширение множественных социально-экономических выгод для удовлетворения общественных нужд; е) юридические, организационные и экономические рамки для сохранения и устойчивого управления водными объектами. На основании этих критериев нами разрабатываются схемы рационального развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах [Лукин, Глибко, 2009].

Заключение

Основа современного нормативного правового регулирования рыболовства и охраны водных биоресурсов была заложена в середине прошлого века. Однако в новейшей истории России рыболовство долгое время оставалось (и остается сейчас) проблемной отраслью, а законодательство в этой сфере формируется медленно и с большим трудом. Этот фактор вкупе с несовершенством принимаемых нормативных актов, неэффективность системы контроля за пользователями рыбными ресурсами стали причинами кризисных явлений в рыбной отрасли и негативных тенденций, таких как браконьерство, нерациональный характер лова, недостоверность учета добытой рыбы, сокрытие уловов, направленный характер промысла на вылов ценных видов рыб.

Специальный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» был принят только в декабре 2004 г. Он в значительной мере изменил систему организации и управления рыбным хозяйством: были закреплены основные понятия рыбного хозяйства, упорядочена система предоставления в пользование водных биоресурсов, закрепления долей в квотах добычи для организованных пользователей на 10-летний период. В соответствии с законом для всех рыбохозяйственных бассейнов утверждены правила рыболовства.

Однако малое количество норм прямого действия, «громоздкость», негибкость, противоречия и дискуссионный характер многих положений, неурегулирование или неудачное урегулирование ряда вопросов (прибрежное,

спортивное и любительское рыболовство) не позволяют закону о рыболовстве работать в полную силу.

Подход к обоснованию системы рыбного хозяйства с учетом социально-экономических факторов, исторического опыта показывает, что устойчивое пользование ВБР возможно при соблюдении принципов многоцелевого использования, непрерывности и неистощимости. При этом регулирование общественно-экономических процессов в отрасли должно происходить на основе четкой, понятной, адекватной потребностям общества и экономических субъектов нормативной правовой базы, в которой большое количество норм являются нормами прямого действия, исключающими произвольную трактовку и возможности для коррупции и произвола со стороны органов власти.

Литература

Арсюхин Е. Рыбаки и море // Российская газета. Федеральный выпуск № 3661 от 23.12.2004.

Быстров И. Пять лет в законе // Рыбак Сахалина, 17.06.2010. URL: http://www.fishnews.ru/rubric/smi-o-ryibolovstve/2545 (дата обращения: 20.01.2011).

Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 года (с изм. от 30.12.2008 № 6-ФКЗ и от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // Российская газета. 2009. 21 янв. (№ 7).

Лукин А. А., Глибко О. Я. Оптимизация системы управления рыбным хозяйством на внутренних водоемах как способ сохранения водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. 2009. № 4. С. 96–99.

Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М.: Российская Академия Наук, Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2001. 76 с.

Об изменениях в Законе о рыболовстве // Всемирный фонд дикой природы (WWF): позиции по вопросам, 2008. URL: http://www.wwf.ru/about/positions/fisherylaw/ (дата обращения: 25.01.2011).

Об охране окружающей среды. Сб. документов партии и правительства, 1917–1981 гг. М.: Политиздат, 1981. 384 с.

Постановление Государственной Думы ФС РФ от 24.10.1996 № 734-II ГД «О проекте Федерального закона „О рыболовстве и об охране водных биоресурсов“» // Собрание законодательства РФ, 11.11.1996, № 46, ст. 5211.

Постановление Совета Министров СССР от 15.09.1958 № 1045 «О воспроизводстве и охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР» // СП СССР, 1958, № 16, ст. 127.

Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ (ред. от 20.04.2007 № 57-ФЗ) // СЗ РФ, 24.04.1995, № 17, ст. 1462; 23.04.2007, № 17, ст. 1933.

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 № 166-ФЗ // СЗ РФ, 27.12.2004, № 52 (ч. 1), ст. 5270.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года №7-ФЗ // СЗ РФ, 14.01.2002, № 2, ст. 133.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Глибко Оксана Ярославовна
старший научный сотрудник
Карельское отделение ФГНУ Озерного и речного рыбного хозяйства
Пряжинское шоссе, 10, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185000
эл. почта: ojagli@mail.ru
тел.: 89212243409

Лукин Анатолий Александрович
главный научный сотрудник, д. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: alukin@inbox.ru
тел.: (8142) 576381

Прищепа Борис Федорович
директор ФГУП ПИНРО
ул. Книповича, 6, Мурманск, Россия
эл. почта: pboris@pinro.ru
тел.: (8142) 576541

Glibko, Oksana
Inland Fish Economy Research Institute, Karelian Division
10 Pryazhinskoye Sh., 185000 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ojagli@mail.ru
tel.: 89212243409

Lukin, Anatoly
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alukin@inbox.ru
tel.: (8142) 576381

Prishchepa, Boris
Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO)
6 Knipovich St., Murmansk, Russia
e-mail: pboris@pinro.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 124–128

УДК 628.1/.3: 004.9

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ВОДОПОТРЕБИТЕЛИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ»

А. В. Литвиненко, М. С. Богданова

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

В настоящее время накоплены большие объемы информации по водным ресурсам Республики Карелия и их использованию. Обработка и анализ этих данных в ручном режиме требует огромных затрат времени и сил, при этом возможны субъективные ошибки. Наиболее перспективным в водохозяйственных исследованиях является применение ГИС-технологий. Сотрудниками Института водных проблем Севера была выполнена работа по созданию ГИС «Водопотребители Республики Карелия». Основной целью работы было создание специализированной геоинформационной системы, обеспечивающей процессы формирования, ведения и представления данных по использованию водных ресурсов Республики Карелия для хозяйственных нужд.
ГИС создана в формате MapInfo 9.5. В ней сформированы тематические картографические слои: «Водосборные бассейны», «Водоемы», «Водотоки», «Водопотребители», «Забор воды», «Сброс сточных вод», «Химические показатели сточных вод». Для удобной работы с ГИС разработана система запросов, позволяющая оперативно получать необходимую информацию, находить нужные выборки данных за отдельный год или в динамике, создавать отчеты и тематические карты.

Ключевые слова: хозяйственное использование, водопотребление, водоотведение, ГИС-технологии.

A. V. Litvinenko, M. S. Bogdanova. GUIDELINES ON THE USE OF GIS-TECHNOLOGY IN THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCE USE

Extensive information on water resources of Karelia and their utilization has been amassed. Manual processing and analysis of these data is very time- and labour-intensive, and subjective errors are likely to occur. Application of GIS technologies in water economy studies is most promising. Northern Water Problems Institute has performed work to create the GIS «Water Consumers of Republic of Karelia». The principal objective was to generate a specialized GIS to support the processes of gathering, maintaining and providing data on the utilization of water resources in Republic of Karelia for economic purposes.
The GIS was created in the MapInfo 9.5 format. It comprises thematic map layers «Drainage basins», «Waterbodies», «Watercourses», «Water consumers», «Water withdrawal», «Wastewater discharges», «Wastewater chemical indices». To make the GIS more convenient to work with, the query system was developed, which enables express retrieval of the necessary information, isolation of certain datasets for a specified year or in dynamics, generation of reports and thematic maps.

Key words: uses, water consumption, water discharges, GIS technologies.

Введение

Использование географических информационных технологий (ГИС) в разных сферах знаний, в том числе и при выполнении географических исследований, свидетельствует о возможности решения большого спектра научных и практических вопросов средствами ГИС. ГИС-технологии позволяют автоматически выполнять пространственные операции с объектами на карте, анализировать имеющуюся атрибутивную информацию и оперативно получать результаты для оценки.

В настоящее время накоплены большие объемы информации по водным ресурсам и их использованию. Обработка и анализ этих данных в ручном режиме требует огромных затрат времени и сил, при этом возможны субъективные ошибки. Применение ГИС-технологий при водохозяйственных исследованиях наиболее перспективно. Сотрудниками лаборатории географии и гидрологии Института водных проблем Севера КарНЦ РАН была выполнена работа по созданию ГИС «Водопотребители Республики Карелия» [Богданова и др., 2009, 2010].

Материалы и методы

Основной целью работы было создание специализированной геоинформационной системы, обеспечивающей процессы формирования, ведения и представления данных по использованию водных ресурсов Республики Карелия (РК) для хозяйственных нужд, включающей:

- систематизацию существующей информации о водных ресурсах и водных объектах;
- обеспечение официальной информацией о водных объектах всех субъектов водных отношений;
- объективную оценку состояния водных объектов по качественным и количественным показателям;
- анализ водопотребления и водоотведения и т. д.

Работа выполнена по современным цифровым картам масштабов 1 : 1 000 000, подготовленным ГП Аэрогеодезия, и имеющимся в ИВПС базам данных по водным объектам и водопользователям. Также были использованы данные реестра водных объектов РК, созданного в ИВПС, и соответствующей ГИС на основе электронной картографической основы масштаба 1 : 1 000 000. Эти результаты представлены как в электронном виде, так и опубликованы в форме «Каталога озер и рек Карелии» [2001]. Кроме «Каталога…» для характеристики водных объектов использовались материалы «Ресурсов поверхностных вод…» [1965], а также базы данных по «Водопользователям РК» и «Гидротехническим сооружениям» ИВПС. В качестве программных средств ГИС использовалось MapInfo 9.5.

Результаты и обсуждение

Применение геоинформационных технологий в управлении использованием водных ресурсов основано на создании геоинформационной системы, осуществляющей сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных по водным объектам. Работа по созданию ГИС «Водопотребители Республики Карелия» включала несколько этапов:

1. Разработка и создание баз данных по водным ресурсам и их использованию.
2. Разработка системы кодификаторов и справочников для упрощения работы пользователей по вводу информации в систему, уменьшения количества ошибок при вводе информации, увеличения поисковых возможностей системы и унификации порядка работы с атрибутивными данными.
3. Привязка баз данных к пространственной информации и создание тематических картографических слоев.
4. Разработка системы запросов к таблицам с атрибутивной информацией.
5. Создание форм представления отчетной информации об объектах: тематических карт, таблиц, диаграмм и графиков.

В ходе проделанной работы были сформированы цифровые картографические базы данных: «Водосборные бассейны», «Водоемы», «Водотоки», «Водопотребители», «Химические показатели сточных вод», содержащие картографическую и атрибутивную информацию (рис. 1).

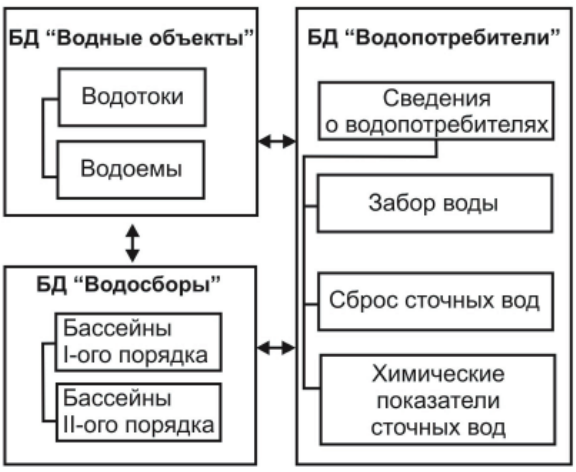


Рис. 1. Структура базы данных «Водные ресурсы Республики Карелия и их использование»

База «Водосборные бассейны» содержит информацию по 5 водосборным бассейнам 1-го порядка: Белое море, Каспийское море, Ботнический залив, Онежской озеро, Ладожское озеро, а также по 19 водосборным бассейнам 2-го порядка (например, р. Шуя, р. Водла и др.).

Для водных объектов слоев «Водоемы» и «Водотоки» была разработаны система уникальных кодов, которая позволила идентифицировать 3524 озера и 2069 рек на карте масштаба 1 : 1 000 000.

Код озера составляется из: двух заглавных букв «ОЗ» (озеро) + двух заглавных букв названия водосборного бассейна 1-го порядка (Белое море – «БМ», Каспийское море – «КМ», Ботнический залив – «БЗ», Онежской озеро – «ОН», Ладожское озеро – «ЛА») + код водосборного бассейна 2-го порядка (от 01 до 19) + трехзначное число (от 001 до n), обозначающее номер конкретного водного объекта (рис. 2).

Код реки составляется из: одной заглавной буквы «Р» (река) + двух заглавных букв названия водосборного бассейна 1-го порядка (аналогично озерам) + код водосборного бассейна 2-го порядка (от 01 до 19) + две цифры (от 01 до n) главной реки + две цифры (от 01 до n) приток 1-го порядка + и т. д. (если есть еще притоки). Нумерация рек внутри водосбора производилась с севера на юг и с запада на восток. Нумерация притоков – от истока к устью и вокруг озера по часовой стрелке от главной реки (см. рис. 2).

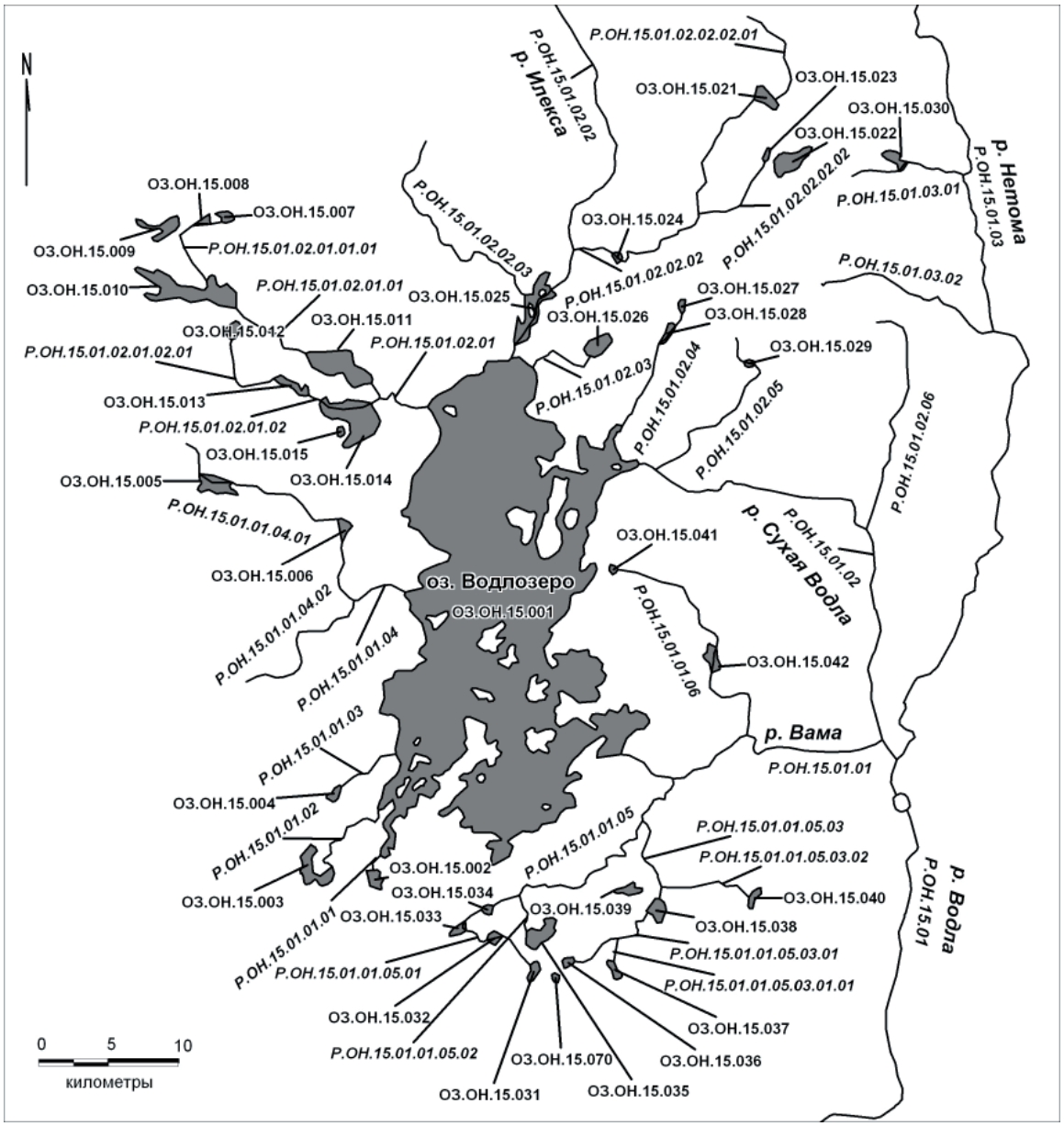


Рис. 2. Индексация водных объектов среднего участка озерно-речной системы р. Водлы (ОЗ.ОН.15.001 – код озера; Р.ОН.15.01 – код реки)

Структура таблиц по водным объектам включает информацию о кадастровом номере, морфометрии (площади озера, длине береговой линии, глубине, длине реки и т. п.), водоохранных зонах, прибрежных защитных полосах и категориях рыбохозяйственной значимости.

База данных «Водопотребители» состоит из четырех таблиц: «Сведения о водопотребителях», «Забор воды», «Сброс сточных вод», «Химические показатели сточных вод». Для осуществления связи между таблицами была разработана система индексных полей – код района, код населенного пункта, код водного объекта. Каждому водопотребителю для идентификации был присвоен уникальный семизначный код, который складывается из кода района, кода населенного пункта и номера водопотребителя.

Основная таблица этой базы данных «Сведения о водопотребителях» содержит информацию о водопотребителе: название, размещении (район, населенный пункт), специализацию (отрасль и суботрасль экономики), источнике водоснабжения, водоподающих сетях, а также о бассейне (первого и второго порядка), к которому относится источник водоснабжения.

Таблица «Забор воды» включает в себя тематические данные по забору воды из природных источников и других водоподающих сетей, цели использования воды (хозяйственно-питьевые, промышленные, рыбохозяйственные, сельскохозяйственные и прочие нужды), информацию о передаче воды (чистой и после использования), а также ее потерях.

Таблица «Сброс сточных вод» содержит данные о: приемнике сточных вод (водный объект, выгреба, рельеф), водном бассейне приемника (первого и второго порядка), количестве сброшенной воды, качестве очистки, количестве переданной воды (чужих стоков по сети, дренажных вод), мощности очистных сооружений, оборотном и повторном водопотреблении.

Таблица «Химические показатели сточных вод» содержит информацию о наличии и количестве в воде взвешенных частиц, нефтепродуктов, БПК и других химических компонентов.

База данных «Водопотребители» формируется для отдельного года. В настоящее время созданы базы по 2002, 2003, 2005, 2007, 2008 и 2009 гг., что дает возможность анализировать динамику водопотребления, делать прогнозы развития водного хозяйства и т. д.

Для удобной работы с ГИС разработана система запросов (рис. 3), которая позволяет оперативно получать необходимую информацию, находить нужные выборки данных за отдельный год или в динамике по годам, создавать отчеты и тематические карты (рис. 4).

ГИС «Водопотребители Республики Карелия» предназначена для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления использованием водных ресурсов. ГИС также может быть



Рис. 3. Система запросов

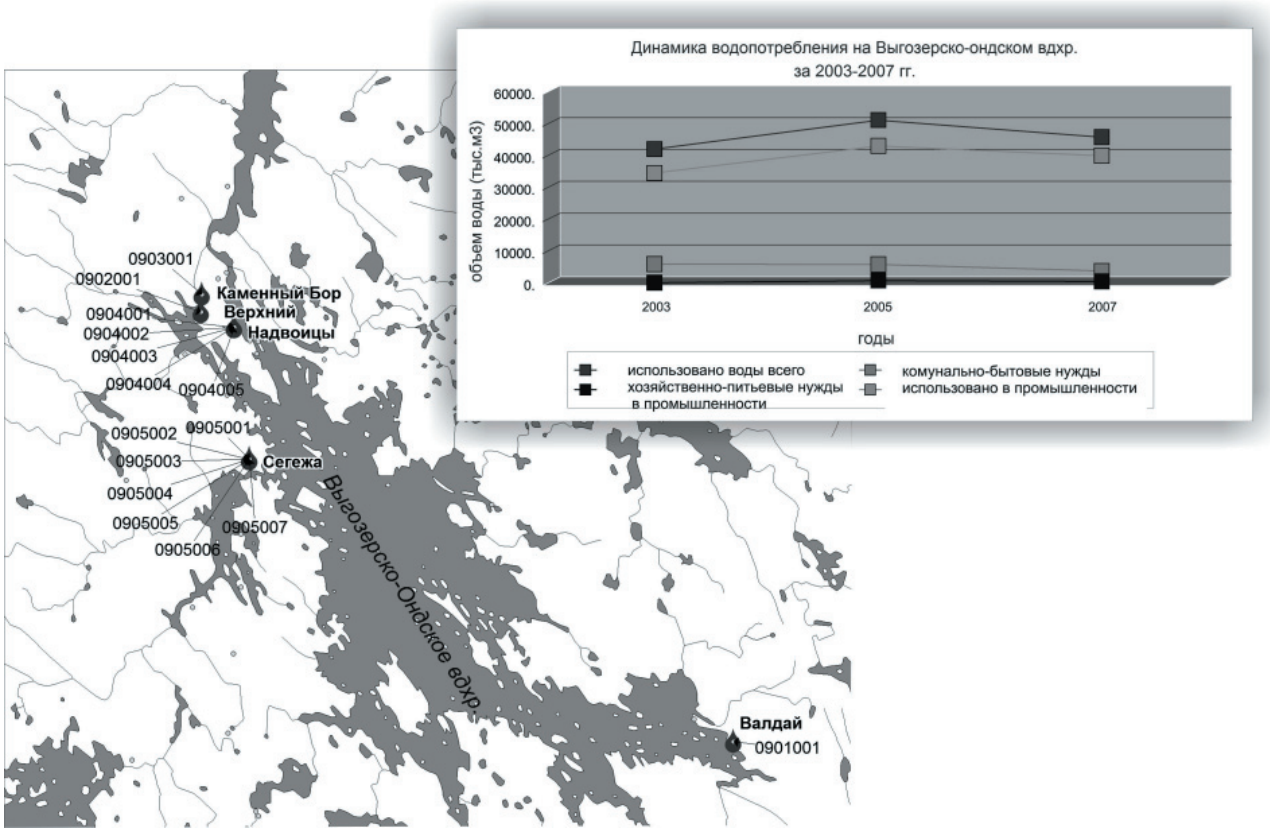


Рис. 4. Отчет по запросу «Водопотребление из Выгозерско-Ондского водохранилища» (0903001 – код водопотребителя)

использована в работе министерств, ведомств и других организаций, связанных с вопросами учета, рационального использования и охраны водных ресурсов.

Литература

Атлас «Карелия. Южная часть». Масштаб 1 : 100 000. 2004.

Атлас «Карелия. Центральная часть». Масштаб 1 : 100 000. 2005.

Атлас «Карелия. Северная часть». Масштаб 1 : 100 000. 2005.

Богданова М. С., Литвиненко А. В., Литвинова И. А. Применение геоинформационных технологий в водохозяйственных исследованиях // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Устойчивое развитие и геоэкологические проблемы Балтийского региона». В. Новгород, 2009. С. 25–31.

Богданова М. С., Литвиненко А. В., Литвинова И. А. Применение ГИС-технологий в исследованиях водохозяйственных комплексов // Физические проблемы экологии (экологическая физика). № 16. М., 2010. С. 47–52.

Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2001. 290 с.

Общегеографический региональный атлас «Республика Карелия». Масштаб 1 : 200 000. 2002.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Л., 1965. 700 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Литвиненко Александр Васильевич
старший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: aleks-litvinenko@mail.ru
тел:. +79212239383

Богданова Мария Сергеевна
младший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: mari-mb@mail.ru
тел:. +79214630148

Litvinenko, Aleksandr
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: aleks-litvinenko@mail.ru
tel.: +79212239383

Bogdanova, Maria
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mari-mb@mail.ru
tel.: +79214630148

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 129–133

УДК 551.582.(470.22)

ОБ ОЦЕНКЕ КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА КАРЕЛИИ

Л. Е. Назарова

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

В представленной работе рассматриваются вопросы экологической оценки климата Карелии с учетом современных данных наблюдений. В зависимости от сочетания величин метеорологических параметров в сроки наблюдений выделяются пять типов погоды, характеризующие комфортность климата, оценивается их повторяемость.

Ключевые слова: типы погоды, комфортность климата.

L. E. Nazarova. ABOUT ASSESSMENT OF COMFORTABLE CLIMATE OF KARELIA

Ecological evaluation of the climate of Republic of Karelia is considered with due regard to the modern observational data. Depending on combination of values of standard meteorological parameters, five types of local weather are distinguished, which characterize the climate comfort. Their frequency is evaluated.

Key words: weather types, comfortable climate.

Введение

Карелия расположена в северо-западной части умеренного климатического пояса. Климатический режим республики можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному; по классификации Б. П. Алисова, в основу которой положена зависимость возникновения различных типов климата от условий общей циркуляции атмосферы, климат Карелии относится к атлантико-арктической зоне умеренного пояса. Это означает, что в течение года для Карелии характерно преобладание воздушных масс атлантического и арктического происхождения. В среднем за год на территории Карелии, относящейся к зоне избыточного увлажнения, выпадает 550–750 мм осадков. Преобладают ветры южного, юго-западного и западного направлений. Средняя годовая температура воздуха изменяется от 0 °С на севере до 3 °С на юге. Самый холодный месяц – январь (–12 … –13 °С в северной части, –9 … –10 °С – в южной). Самый теплый месяц года – июль (14–15°С на севере и 16–17 °С на всей остальной территории республики).

Одной из первых работ, наиболее полно обобщающих сведения о климате Карелии, была монография А. А. Романова [1961]. Климатические условия отдельных районов Карелии подробно рассмотрены в книгах «Климат Петрозаводска» [1982] и «Климат Сортавалы» [1988]. Карты, характеризующие климат Карелии, приведены в «Атласе Карельской АССР» [1989]. «Научно-прикладной справочник по климату СССР» [1988] содержит данные по 9 метеорологическим станциям (МС) Карелии из 32 существовавших на тот момент станций (данные до 1980 г.). В работе Н. Н. Филатова [1997] рассмотрены условия формирования и основные характеристики климата в районе Ладожского и Онежского озер. Ко времени написания данной статьи в базе данных ИВПС КарНЦ РАН содержались сведения об основных климатических параметрах по 1990 г.

В представленной работе особое внимание уделено оценке климата Карелии как среды

обитания с учетом современных данных наблюдений. Оценка климата как жизнеобеспечивающего фактора требует учета множества параметров, сочетание которых обусловливает интегральный эффект его воздействия на человека. Для оценки влияния климата на человека предложены многочисленные биоклиматические коэффициенты, которые должны отражать совместное действие различных гидрометеорологических факторов. При этом климат, эффективность его влияния на здоровье человека зависят от сочетания с другими компонентами ландшафта – водоемами, растительным покровом, рельефом, почвой [Исаченко, 2003]. Но именно климат играет роль прямого экологического, лимитирующего фактора, непосредственно обусловливающего степень комфортности среды обитания.

Оценки влияния среды обитания, в том числе и климата, на условия проживания населения были выполнены в СССР, в результате Республика Карелия была отнесена к северным территориям, на которые распространяются определенные социально-экономические льготы в связи со специфическими природными условиями. Первые исследования особенностей влияния среды обитания на здоровье населения Карелии (Олонецкой губернии) можно отнести к XVIII в. – времени создания первого в России курорта «Марциальные воды». Ряд работ свидетельствует о том, что в Олонецкой губернии XIX в. эпидемическая ситуация была крайне неблагополучной [Потахин, 1999], в том числе из-за природных особенностей. В XX в. в СССР были выполнены исследования природных и социально-экономических особенностей, а также состояния здоровья населения КАССР, направленные на выявление региональных медико-географических закономерностей. В результате обобщения, выполненного коллективом авторов, был выпущен «Медико-географический справочник Карельской АССР» [1990].

Материалы и методы

Для составления характеристики климатических условий Карелии в работе использованы данные многолетних наблюдений на станциях и постах Северо-Западного территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенных на территории Карелии, за период от начала наблюдений на станциях до 2008 г.

Для оценки типов погоды с точки зрения комфортности применялась методика Н. А. Даниловой, которая, использовав в качестве основы физиолого-климатическую типизацию И. С. Кандрора, разработала оценочную шкалу для определения типа и благоприятности рекреационной погоды для летнего отдыха. В зависимости от сочетания величин метеорологических параметров (температура воздуха, облачность в баллах, скорость ветра, а также количество и интенсивность выпадения атмосферных осадков, туманы) выделяются пять типов погоды: холодная дискомфортная, прохладная субкомфортная, комфортная, жаркая субкомфортная и жаркая дискомфортная. Подробнее методика оценки типов погоды изложена в работе Н. А. Даниловой [1980].

Результаты и обсуждение

Одним из определяющих климатообразующих факторов для Карелии является недостаточное количество поступающей солнечной радиации. В зимние месяцы максимальная высота солнца над горизонтом в районах Карелии не превышает 5°, в то время как ультрафиолетовые лучи с длиной волны короче 302–305 нм, благотворно влияющие на организм человека, достигают поверхности Земли только при высоте солнца над горизонтом не менее 25–30°. Повторяемость пасмурного состояния неба (8–10 баллов общей облачности) в осенне-зимний период составляет 83–88 %, что приводит к уменьшению продолжительности солнечного сияния (ПСС) в Карелии до 34–37 % от возможного. Теоретически возможная ПСС в Карелии составляет 4530 ч в год. Однако действительное ее значение из-за пасмурной погоды уменьшается до 37 % от возможного и равно в среднем 1674 ч/год. В Петрозаводске за год наблюдается в среднем 119 дней без солнца. Самым «пасмурным» за период наблюдений за ПСС (1951–1990) был 1952 г., когда солнце не наблюдалось 151 день. Наибольшее число дней без солнца на юге Карелии отмечается в декабре (в среднем – 26 дней, в отдельные годы (1984) – 30 дней).

Количество поступающей солнечной радиации определяет продолжительность холодного периода (со средними суточными температурами ниже 150–170 °С), который в Карелии повсеместно превышает 150–170 сут. Продолжительность отопительного периода в среднем 250–270 дней. Лето (устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через 10 °С) наступает в конце мая на юге и в середине июня – на севере республики. Устойчивый же период времени с температурами воздуха выше 15 °С по северу Карелии бывает только в теплые годы (обеспеченность менее 50 %).

В любые сезоны года для климатических условий Карелии характерна частая смена воздушных масс. В целом для территории республики наблюдается 215 дней с циклонами в течение года (для сравнения – в районе Москвы циклоны наблюдаются в течение 150–160 дней за год). Интенсивная циклоническая деятельность, относительно быстрая смена синоптических процессов обусловливают значительную изменчивость, порой даже в течение суток, значений метеорологических элементов и параметров. Так, именно прохождение глубокого ныряющего циклона вызвало повышение температуры воздуха в Петрозаводске с 7 ч 31 января до 7 ч 1 февраля 1956 г. на 28,2 °С [Климат Петрозаводска, 1982]. Прохождением циклона было обусловлено и падение атмосферного давления 8 января 1973 г. на 38,3 гПа за сутки. Приведенные примеры, конечно, являются экстремальными, однако и средняя межсуточная изменчивость метеоэлементов в Карелии довольно значительна. Для Петрозаводска средние значения колебаний температуры воздуха от суток к суткам составляют 2–3 °С с мая по октябрь и 3–4 °С – с ноября по апрель. Для атмосферного давления межсуточная изменчивость наибольшая в зимние месяцы (в среднем 6,6–7,2 гПа), в летние – наименьшая (3,6–4,3 гПа).

Для решения многочисленных практических задач, в частности связанных с оценкой комфортности климатических условий территории для отдыха и туризма, необходимы комплексные климатические характеристики. Когда мы говорим о климате, то имеем в виду многолетний режим погоды в данной местности, т. е. средние значения за период времени не менее 30 лет и экстремальные значения метеорологических характеристик и параметров за многолетний период. На организм человека воздействуют не метеовеличины сами по себе, а их сочетание и значительные колебания в данный момент времени. Поэтому прежде чем говорить о комфортности климата, нужно оценивать комфортность погодных условий. Простое суммирование отдельно действующих на человека температуры воздуха, давления, влажности и т. д. не идентично действию на него всего погодного комплекса. Согласно определению, приведенному в «Экологической климатологии» [Исаев, 2003], комфортной можно считать погоду, когда сочетание метеорологических величин таково, что здоровый человек не испытывает ни жары, ни холода, ни духоты, т. е. чувствует себя наилучшим образом. Специалисты выделяют несколько типов погоды, взяв за основу различные сочетания температуры воздуха, скорости ветра и количества облачности. В данном исследовании, как было указано ранее, использована методика Н. А. Даниловой. Далее, оценив погодные условия для каждого конкретного дня в каждом пункте наблюдений за продолжительный период времени, можно говорить о комфортности или дискомфортности климатических условий территории.

Для определения типов погоды в районе Онежского озера были использованы данные наблюдений на метеорологических станциях (МС) Петрозаводск – Сулажгора и Пудож за 1999–2008 гг. Исследование современных данных позволит оценить климатические условия района именно за тот период времени, когда во всем мире фиксируются наиболее значимые изменения в климатических системах различного масштаба. Изучалось сочетание указанных выше величин метеорологических параметров для каждого из восьми сроков наблюдения в сутки в течение рассматриваемого периода.

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы.

Устойчивого периода комфортных климатических условий в районе Онежского озера, так же как и на всей территории Карелии, нет. В среднем за год наблюдается 10–12 дней, когда в течение целых суток погода остается комфортной. За 10 лет наблюдений в мае такой случай был отмечен только 1 раз в районе Петрозаводска и ни разу по данным наблюдений МС Пудож. Дискомфортность климата определяется в основном низкими температурами в сочетании со значительным количеством облачности и высокой влажностью воздуха. Наибольшее количество дней с комфортным типом погоды в течение суток возможно в июле и составляет в среднем 6,5–6,9 дня (рис. 1). Вследствие преобладания переноса воздушных масс, сформировавшихся над Атлантикой, над районом исследований наблюдается значительная облачность. В теплое полугодие, когда циклоническая деятельность менее активна, количество общей облачности составляет в среднем до 6,5–7,5 балла за месяц по десятибалльной шкале. Преобладающим во все сезоны года является пасмурное состояние неба (облачность более 7 баллов). В среднем для Карелии число дней с относительной влажностью воздуха более 80 % в течение суток составляет за год 150–170 дней, а с влажностью менее 30 % – всего 3–9 дней. Район исследований, так же как и вся территория Карелии, относится к зоне избыточного увлажнения. В среднем за год выпадает 600–650 мм осадков. Внутригодовое распределение осадков не является равномерным. В течение теплого периода (с мая по октябрь) выпадает до 400 мм осадков, наибольшие суммы

осадков за месяц (по климатическим нормам) характерны для августа и сентября – 78 и 71 мм соответственно.

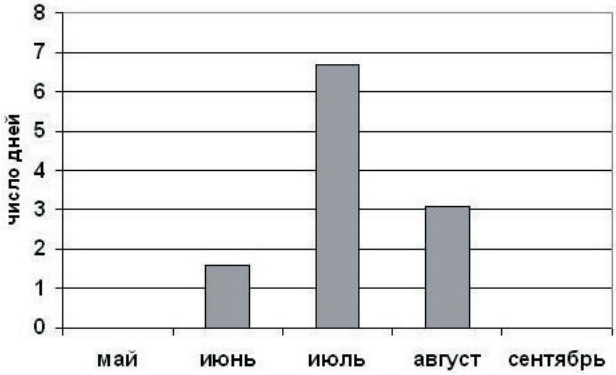


Рис. 1. Среднее число дней с комфортным типом погоды в течение суток в районе г. Пудожа за 1999–2008 гг.

Далее, как рекомендовано в методике [Данилова, 1980] и принято в биоклиматических исследованиях, определение рекреационного типа погоды (т. е. погодных условий, комфортных для различных видов отдыха) производилось по ежедневным данным за 12-часовой срок наблюдений.

Установлено, что дни с комфортным типом погоды в дневные часы могут отмечаться в исследуемом районе в период с мая по сентябрь, достигая максимума в июле – августе (до 27 дней). Однако следует заметить, что комфортные условия в 12 ч дня не означают, что такая же погода будет наблюдаться в вечерние и особенно в ночные часы. Абсолютный минимум температуры воздуха в июле по данным МС Пудож –0,1 °С (1986 г.), августа – –2,9 °С (1983 г.). С октября по апрель погода холодная дискомфортная даже в дневные часы (рис. 2). В июне – августе в течение 1999–2008 гг. было отмечено в среднем 2–7 дней (максимальное количество 16 дней в

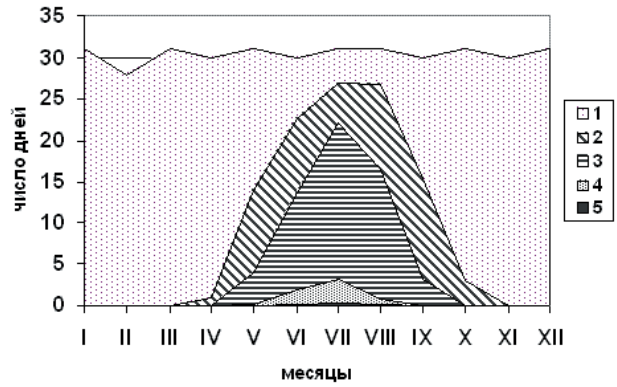


Рис. 2. Распределение типов погоды по месяцам в районе г. Петрозаводска в 12 ч (1999–2008 гг.):

1 – холодная дискомфортная, 2 – прохладная субкомфортная, 3 – комфортная, 4 – жаркая субкомфортная, 5 – жаркая дискомфортная

июле 2003 г. в Пудоже), когда в полдень наблюдалась жаркая субкомфортная погода (температура воздуха выше 24,0 °С) и в среднем 1 день с жаркой дискомфортной погодой (температура воздуха выше 30 °С). В отдельные годы температурный режим территории может значительно отличаться от многолетних значений. Так, например, летом 2010 г. по данным наблюдений на МС Пудож в течение июля – августа в этом районе было отмечено 17 дней, когда температура воздуха в дневные часы превышала +30,0 °С, а 29 и 30 июля достигала значений +35,5 и +35,6 °С соответственно.

В начале XXI в. предпринимались попытки новых классификаций территорий России по уровню комфортности проживания населения по природно-климатическим факторам, дискомфортности жизнедеятельности населения с выделением новой географической границы Севера [Критерии и методические подходы..., 2003]. В этом документе сделана попытка использования интегрального принципа оценки зон комфортности и/или дискомфортности территории для проживания населения и районирования территории РФ. Авторы методики предложили, что «этап получения интегральной оценки состоит в вычислении в каждой точке градусной сетки среднего балла показателей зональных факторов и суммы баллов показателей азональных факторов и их суммировании». При таком подходе к классификации территории России отсутствие таких неблагоприятных, опасных явлений, как тайфуны, цунами, штормовые нагоны, оползни и т. д., типичных для одних регионов и несвойственных другим, например Карелии, может иметь большой «вес» в интегральной характеристике. В результате вычисления интегральных показателей было выполнено районирование территории России, согласно которому Карелия попадает в одну зону комфортности с Москвой, Московской, Калининградской областями, частью Краснодарского края. Очевидно, такое сравнение ошибочно.

Выводы

Климатические условия территории Карелии складываются под влиянием воздушных масс, формирующихся над Атлантикой и Арктикой. Особенности циркуляционного режима, а также количество солнечной радиации, поступающее соответственно географической широте территории, близость Балтийского, Белого и Баренцева морей, интенсивная циклоническая деятельность во все времена года, комплекс местных, крайне разнообразных природных условий (рельеф, обилие озер и болот и т. п.)

определяют продолжительную, но не суровую зиму; позднюю весну с частыми возвратами холодов; прохладное, короткое лето; высокую относительную влажность воздуха; значительное количество осадков и неустойчивые погодные условия в течение всех сезонов. Характерной чертой климата республики является резкая изменчивость метеорологических показателей за короткие отрезки времени, вызванная частой сменой воздушных масс при интенсивной циклонической деятельности. В представленной работе особое внимание уделено оценке комфортности и/или дискомфортности территории для проживания населения. Установлено, что устойчивого периода комфортных климатических условий на территории Карелии нет. В среднем за год наблюдается 10–12 дней, когда в течение целых суток погода остается комфортной.

Вопрос влияния климатических факторов на особенности условий проживания населения региона требует дальнейшей проработки климатологами, медиками, биологами и другими специалистами.

Литература

Атлас Карельской АССР. М.: ГУГК СССР, 1989. С. 14–15.

Данилова Н. А. Климат и отдых в нашей стране. М.: Мысль, 1980. 155 с.

Исаев А. А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2003. 472 с.

Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию. СПб.: СПбГУ, 2003. 191 с.

Климат Петрозаводска / Ред. Ц. А. Швер. Л., 1982. 212 с.

Климат Сортавалы / Ред. Ц. А. Швер и Л. С. Раковой. Л., 1988. 117 с.

Критерии и методические подходы для районирования территории РФ по природным условиям жизнедеятельности населения. М.: Минэкономразвития, 2003.

Медико-географический справочник Карельской АССР / Под ред. А. А. Келлера. Петрозаводск: Карельский НЦ АН СССР, 1990. 195 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6, вып. 3. Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская, Псковская и Смоленская области. Л., 1988. 692 с.

Потахин С. Б. Свод опасных и неблагоприятных природных процессов и явлений на территории Олонецкой губернии XIX века. Петрозаводск: КГПУ, 1999. 148 с.

Романов А. А. О климате Карелии. Петрозаводск, 1961. 139 с.

Филатов Н. Н. Изменения климата Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1997. 147 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Назарова Лариса Евгеньевна
старший научный сотрудник, к. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: nazarova@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576381

Nazarova, Larisa
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nazarova@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576381

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 134–137

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 556.12: 556.531.4 (470.22)

РОЛЬ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КАРЕЛИИ

И. Ю. Потапова

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Рассмотрена роль атмосферных осадков в формировании химического состава поверхностных вод Карелии с использованием двух методических подходов. Оценка вклада атмосферной составляющей выполнена по многолетним данным химического состава осадков с учетом состава поверхностных вод и удельного химического выноса веществ с водосборной территории. Установлено, что выпадение минеральных и органических веществ с атмосферными осадками на сушу незначительное. В то же время атмосферные осадки являются основным источником поступления в поверхностные воды хлоридов, большей частью SO_4^{2-}, $P_{общ}$, аммония, нитратов, а также тяжелых металлов.

Ключевые слова: атмосферные осадки, поверхностные воды, химический состав природных вод.

I. Yu. Potapova. THE ROLE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE FORMATION OF THE CHEMICAL COPMOSITION OF SURFACE WATERS IN KARELIA

The role of atmospheric precipitation in the formation of the chemical composition of Karelian surface waters is considered by two methodological approaches. The contribution of the atmospheric constituent to the chemical balance of surface waters was estimated using long-term data of the chemical composition of precipitation taking into account the composition of surface waters and specific chemical carry-over of substances from the catchment area. We found that the input of mineral and organic substances with atmospheric precipitation on land is insignificant. Precipitation is a source of nutrients, especially ammonium, nitrate, mineral and total phosphorus and heavy metals.

Key words: atmospheric precipitation, surface waters, chemical composition of natural water.

Введение

Атмосферные осадки играют важную роль в формировании химического состава природных вод. С одной стороны, атмосферные осадки являются непосредственным источником поступления в водоемы многих химических элементов, с другой – именно взаимодействие осадков с почвами и породами на водосборе приводит к дополнительному обогащению при-

родных вод химическими веществами. Выяснение роли осадков в формировании химического состава природных вод имеет большое значение для понимания функционирования водных экосистем севера. Эту оценку можно провести с использованием двух методических подходов: 1) с учетом коэффициента изменения концентрации веществ в атмосферных осадках в зависимости от величины осадков и испарения, как это было выполнено С. П. Китаевым для различных климатических зон [Китаев, 2007] и 2) с учетом данных о среднем удельном выносе веществ с водосборной территории в сравнении с химическими выпадениями с атмосферными осадками для Карельского гидрографического района [Лозовик и др., 2005]. Эти методические подходы имеют разную основу, и представляло определенный интерес их сравнить и выяснить вклад атмосферной составляющей в химический баланс поверхностных вод Карелии.

Материалы и методы

Для оценки роли атмосферных осадков в формировании химического состава поверхностных вод использовались многолетние данные об их химическом составе (1996–2010 гг.). Материалы наблюдений за период с 1996 по 2006 г. [Состояние..., 2007] дополнены новыми результатами исследований (2007–2010 гг.). Атмосферные осадки отбирались в период максимального снегонакопления на участках, удаленных от промышленных центров. Всего было отобрано 256 проб. Для анализа многолетних данных по химическому составу и расчета химических выпадений веществ территория Карелии была разделена на четыре участка: северный – от северной границы республики до пос. Надвоицы, центральный – от пос. Надвоицы до г. Медвежьегорска, южный – от г. Медвежьегорска до южной границы Республики Карелия, восточный – от восточного побережья Онежского озера до восточной границы республики, которые отличаются между собой по количеству и химическому составу осадков [Лозовик, Потапова, 2006]. Для каждого из указанных участков была проведена статистическая обработка данных и рассчитаны среднеарифметические, среднегеометрические и медианные значения химических показателей. Расчет химических выпадений был выполнен с использованием медианных концентраций за многолетний период. Количество осадков оценивалось по среднемноголетним данным: для северного района – 520, центрального – 590, южного – 650, восточного – 600 мм/год [Атлас..., 1989; Онежское озеро..., 2010]. Расчет средних химических выпадений для всей территории Карелии выполнен как среднеарифметическое из четырех значений для северного, центрального, южного и восточного районов.

Для поверхностных вод учитывались среднестатистические (медианные) показатели содержания веществ [Платонов, Лозовик, 2003; Лозовик, 2006]. Удельный вынос веществ с водосборной территории Карелии был принят по данным авторов [Лозовик и др., 2005].

Расчет доли атмосферной составляющей в химическом составе поверхностных вод проводился по соотношению химических выпадений и удельного химического стока и по формуле:

$$\rho = \frac{KC_{ос.}}{C_{пов.вод}} 100\% ,$$

где $C_{ос.}$, $C_{пов.\ вод}$ – концентрация вещества в атмосферных осадках и в поверхностных водах; K – коэффициент изменения концентрации веществ в атмосферных осадках в зависимости от величины осадков и испарения.

Для Карелии коэффициент K принят равным 2 согласно данным С. П. Китаева для зоны тайги [Китаев, 2007].

Результаты и обсуждение

Данные по химическому составу атмосферных осадков на территории Карелии за период 1996–2010 гг. представлены в таблице. Здесь приведены и медианные показатели для поверхностных вод, химические выпадения и удельный химический вынос веществ с водосборной территории по данным работ [Платонов, Лозовик, 2003; Лозовик и др., 2005; Лозовик, 2006; Состояние..., 2007].

Сравнение данных таблицы показывает, что в атмосферных осадках на порядок меньше содержится K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, ОВ, Si и Fe, чем в поверхностных водах. Это указывает на то, что их поступление в поверхностные воды связано в основном с процессами выщелачивания на водосборной территории. В среднем с атмосферными осадками на сушу поступает 1,2 г/(м^2 · год) солей и такое же количество органического вещества. Содержание SO_4^{2-}, Cl^-, $P_{мин}$, $P_{общ}$, $N_{общ}$, а также Cu в поверхностных водах и атмосферных осадках находится в пределах одного порядка, но их концентрация в осадках меньше, чем в водных объектах. По ряду элементов – NO_3^-, NH_4^+, Pb, Zn, Cd и Al – получено большее их содержание в атмосферных осадках, чем в поверхностных водах. Именно атмосферные осадки являются основным источником поступления на сушу минеральных форм азотистых веществ, но потребление их

Химический состав атмосферных осадков, поверхностных вод, химические выпадения и удельный вынос веществ с территории Карелии

Компонент	Размерность	Северный	Центральный	Южный	Восточный	Карелия		Химические выпадения	Удельный вынос
		Атмосферные осадки					Поверхностные воды		
K^+	мг/л	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,50	г/(м² · год)	
								0,03	–
Na^+		0,17	0,29	0,14	0,10	0,18	1,30	0,11	–
Ca^{2+}		0,19	0,22	0,27	0,33	0,25	2,40	0,15	–
Mg^{2+}		0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	1,10	0,03	–
SO_4^{2-}		0,72	0,74	0,81	0,52	0,70	2,50	0,41	–
Cl^-		0,44	0,75	0,43	0,37	0,50	1,2	0,29	–
$\Sigma_и$		1,89	2,35	2,10	1,61	1,99	19,4	1,18	7,8
$Fe_{общ}$		0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,43	0,02	0,18
Al		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	–
Si		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1,70	0,01	0,51
ПО	мг О/л	1,06	1,22	0,84	0,62	0,94	12,0	г О/(м² · год)	
								1,09	8,5
NH_4^+	мг N/л	0,08	0,08	0,11	0,01	0,08	0,05	г N/(м² · год)	
								0,04	0,025
NO_2^-		0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	–
NO_3^-		0,19	0,18	0,24	0,20	0,20	0,01	0,12	0,015
$N_{орг}$		0,08	0,06	0,10	0,08	0,08	0,44	0,05	0,14
$N_{общ}$		0,34	0,34	0,47	0,44	0,40	0,50	0,24	0,18
Pb	мкг/л	0,60	0,50	0,50	–	0,50	0,10	мг/(м² · год)	
								0,01	–
Zn		9,10	7,30	7,50	–	8,0	2,65	4,60	–
Cd		0,05	0,05	0,08	–	0,06	0,03	0,04	–
Cu		0,70	0,80	0,70	–	0,70	1,40	0,43	–
$P_{мин}$		1,0	1,0	3,0	1,0	1,50	2,0	0,001	–
$P_{общ}$		7,0	10,0	8,0	11,0	9,0	17,0	0,006	0,007

Примечание. Прочерк – нет данных.

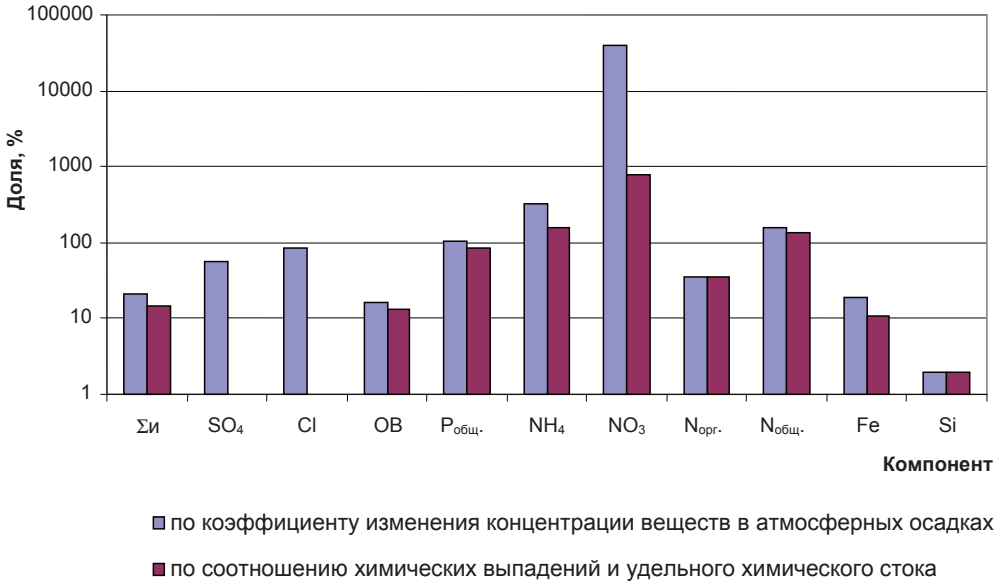
водной растительностью и водными организмами приводит к утилизации и, соответственно, к низкому содержанию этих веществ в поверхностных водах.

Значительное содержание Pb, Zn, Cd в атмосферных осадках связано с большим количеством их антропогенных источников. В то же время высокая удерживающая способность почв к ним приводит к тому, что они не поступают в водные объекты, а задерживаются на водосборной территории.

Более наглядную картину роли атмосферных осадков в формировании состава поверхностных вод дает оценка доли содержания компонентов атмосферных осадков в поверхностных водах по коэффициенту изменения концентрации веществ в атмосферных осадках в зависимости от величины осадков и испарения и по отношению химических выпадений и удельного химического стока (рис.). Из рисунка видно, что вклад атмосферной составляющей в поступление Si, Fe, минеральных (по $\Sigma_и$) и органических веществ в поверхностные воды несуществен. С учетом испарения доля минеральных и органических веществ достигает 21 %. В то же время поступление Cl^-, большей частью SO_4^{2-}, а также $P_{общ}$ связано в основном с атмосферными осадками. Так, доля SO_4^{2-}, Cl^- в среднем составила 56 и 83 % соответственно.

Содержание общего азота в атмосферных осадках и поверхностных водах имеет близкие значения, что связано с постоянством общего азота в объектах гидросферы [Лозовик, Бородулина, 2009]. Отличие заключается в том, что в атмосферных осадках преобладают неорганические формы азота (NH_4^+, NO_3^-), а в поверхностных водах, за редким исключением, – органические. Поэтому для этих компонентов формальный расчет их доли дает очень высокие значения. Аммоний и нитраты активно потребляются на суше и в воде, и как следствие этого наблюдаются низкие их концентрации в поверхностных водах. Аналогичная картина в соотношении отмечается для тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd) и Al. Вынос их в поверхностные воды ограничен удерживающей способностью почв.

Расчетная доля химических элементов по С. П. Китаеву закономерно выше, чем по соотношению выпадений и удельного химического стока. Связано это с тем, что удельный химический сток был рассчитан по данным для речных систем, а сравнение концентраций проводилось по среднерегиональным величинам для поверхностных вод, включая реки и озера. Для последних на составе воды сказывается выпадение атмосферных осадков, и как следствие этого концентрация веществ в озерах несколько меньше, чем в приточных водах.



Доля компонентов атмосферных осадков в химическом составе поверхностных вод Карелии, %

Выводы

На основании проведенных исследований с использованием двух методических подходов установлено, что атмосферные осадки играют существенную роль в формировании химического состава поверхностных вод. Поступление минеральных и органических веществ с атмосферными осадками на сушу незначительное – до 1,2 г/(м^2 · год). С учетом испарения доля солей и органических веществ атмосферных осадков в минерализации поверхностных вод Карелии достигает 21 %. Наибольшую долю из минеральных компонентов вносят Cl^- (83 %) и SO_4^{2-} (56 %). С атмосферными осадками на сушу поступает значительное количество аммония, нитратов, минерального и общего фосфора. Выпадение общего азота несколько выше, чем выносится его с водосборной территории. А органического азота – меньше, чем поступает с речными водами. Это связано с потреблением аммония и нитратов наземной растительностью, переходом их в органические формы. С атмосферными осадками на сушу поступает значительное количество Pb, Zn и Cd, но их вынос в водные объекты ограничен.

Литература

Атлас Карельской АССР. М.: ГУГК СССР, 1989. 40 с.

Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 125–131.

Лозовик П. А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: Автореф. дис. … докт. хим. наук. М., 2006. 59 с.

Лозовик П. А., Бородулина Г. С. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 6. С. 694–704.

Лозовик П. А., Потапова И. Ю. Поступление химических веществ с атмосферными осадками на территорию Карелии // Водные ресурсы. 2006. Т. 33, № 1. С. 111–118.

Лозовик П. А., Басов М. И., Литвиненко А. В. Оценка поступления химических веществ в гидрографическую сеть с водосборной территории Карелии // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, № 5. С. 584–588.

Онежское озеро. Атлас. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. С. 75–81.

Платонов А. В., Лозовик П. А. Тяжелые металлы в природных водах Карелии // Гидроэкологические проблемы и использование водных ресурсов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2003. С. 135–144.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 210 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Потапова Ирина Юрьевна
научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: irina_potapova@inbox.ru
тел.: (8142) 576541

Potapova, Irina
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: irina_potapova@inbox.ru
tel.: (8142) 576541

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 138–141

УДК 574.589: (470.2: 556.55)

СТРУКТУРА КРИОФИТОНА* В ОЗЕРАХ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА

Ю. Л. Сластина[1], С. Ф. Комулайнен[2], М. С. Потахин[1], М. А. Клочкова[3]

[1] Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
[2] Институт биологии Карельского научного центра РАН
[3] Петрозаводский государственный университет

Цель данной работы – сравнительное изучение структуры альгоценозов льда (криофитона) в водоемах, расположенных на территории города Петрозаводска. Отмечены различия в структуре альгоценозов льда в январе и апреле. Структура криофитона сформирована видами, доминирующими в фитопланктоне исследованных озер. Отмечено заметное различие в видовом составе и биомассе альгоценозов верхнего и нижнего слоев льда.

Ключевые слова: криофитон, озера, видовой состав, биомасса альгоценозов.

Yu. Slastina, S. Komulainen, M. Potakhin, M. Klochkova. CRYOPHYTON STRUCTURE IN LAKES OF THE PETROZAVODSK CITY

The aim of the report is to compare the structure of algal coenoses formed in the ice (cryophyton) in the water bodies located in the Petrozavodsk city area. The algal coenoses in ice in January and April show differences in the species composition and quantitative parameters. The ice flora consisted of about the same species as the plankton flora. The upper and lower ice layers were found to differ markedly in the species composition and biomass.

Key words: cryophyton, lakes, species composition, biomass, communities.

Введение

Важность льда в природных процессах, протекающих в водоемах, не вызывает сомнения [Algae and Cyanobacteria..., 2007; Salonen et al., 2009]. Показано, что формирование и разрушение льда влияет на состав, структуру и функционирование сообществ всех водных организмов, включая водоросли [Кузьмин, Балонов, 1974; Лаврентьева, 1981; Оболкина и др., 2000; Бондаренко, Щур, 2008]. Несмотря на то что практически все водоемы в России зимой покрыты льдом, работ, в которых анализируется структура и функционирование экосистем льда, в том числе криофитона, очень немного.

В Карелии водоемы могут находиться подо льдом с середины ноября до середины мая [Ефремова и др., 2010]. Таким образом, мы ничего не знаем о жизни водных организмов в течение семи месяцев. Предполагается, что сообщества водных организмов зимой находятся в состоянии покоя и поэтому исследования в течение этого периода необязательны.

* Криофитон – холодолюбивые водоросли, развивающиеся на поверхности подтаявшего снега и во льду (Ботаника. Водоросли. Экология. [Электронный ресурс]).

Отсутствие корректных данных о функционировании водорослей зимой затрудняет теоретические обобщения, связанные с анализом продукционного потенциала водоемов.

Цель данной работы – сравнительное изучение структуры альгоценозов криофитона в водоемах, расположенных на территории города Петрозаводска. Таким образом, мы стремились получить фоновые данные о структуре и динамике криофильной альгофлоры для последующего их использования при организации экологического мониторинга в импактных районах.

Материалы и методы

Для исследований были выбраны озера, расположенные на территории г. Петрозаводска (60˚05′ с. ш., 34˚10′ в. д.), хорошо известные рыбакам и отдыхающим, но практически не изученные. Отбор проб проводили в зимний сезон 2009–2010 гг. Несмотря на близость расположения исследованных водоемов, они заметно отличаются по своему происхождению, морфометрическим и гидрологическим характеристикам.

Озеро Ламба (площадь 1,4 га, объем – $0{,}047 \cdot 10^6$ м^3, средняя глубина – 3,4 м) относится к типичному для Фенноскандии типу небольших лесных озер, часто без видимого стока, для которых характерны близкие к нейтральным значения pH (6,9) и высокое содержание гумуса. Озеро Четырехверстное (площадь 11,8 га, объем – $0{,}373 \cdot 10^6$ м^3, средняя глубина – 3,2 м) тоже когда-то было лесным озером, но оно находится в жилой зоне, долгое время использовалось для водоснабжения небольшой обувной фабрики. Озеро Карьер заметно отличается от двух первых озер [Старцев, Коваленко, 1989]. На его месте до 1980 г. находилась открытая горная выработка площадью 27 га и глубиной до 45 м. После прекращения добычи камня образовался водоем длиной 580 м, глубиной до 13 м и площадью 13,6 га.

Сезонная динамика химического состава в озерах также специфична. В оз. Карьер химический состав воды в течение зимы практически не изменяется. В оз. Четырехверстном отмечено незначительное повышение содержания фосфора, снижение pH (от 8,4 до 7,2) и цветности. В оз. Ламба с ноября по апрель концентрация фосфора и электропроводность снижается более чем в два раза (табл. 1).

Для изучения альгофлоры выпиливали блоки льда размером 40 · 40 см и отрезали его нижний и верхний слои с таким расчетом, чтобы объем пробы составил около 5 л.

Таблица 1. Сезонная динамика химического состава воды исследованных водоемов

Озеро	30.10.2009	17.01.2010	03.04.2010
	P_{total}, mg P/l		
Ламба	0,104	0,104	0,042
Четырехверстное	0,008	0,023	0,027
Карьер	0,023	0,008	0,011
	E, μk Sm/cm		
Ламба	124,7	144,9	76,3
Четырехверстное	196	196,5	209
Карьер	402	405	404
	Pt˚ grad.		
Ламба	176	98	45
Четырехверстное	64	41	30
Карьер	5	4	5

Пробы для таксономического анализа фиксировали 40%-м формалином, концентрировали методом прямой фильтрации через мембранные фильтры «Владипор» с диаметром пор 0,9–1 мкм до 10–15 мл, в дальнейшем сгущая пробу до 5 мл отстаиванием. Просчет проб проводили под световым микроскопом в 5-кратной повторности в камере Нажотта объемом 0,02 мл. Определение пигментов проводили в смешанном 90%-м ацетоновом экстракте. Концентрации хлорофиллов *a*, *b* и *c* рассчитывали по уравнениям, приведенным в руководстве [Report of SCOR-UNESCO, 1966].

Результаты и обсуждение

Озера покрылись льдом в конце ноября 2009 г. Нарастание льда в течение зимнего периода происходит неравномерно: более интенсивный прирост наблюдается в начальный период ледостава – в ноябре, декабре. После образования снежного покрова интенсивность прироста замедляется. Продолжительность ледостава составила 125–130 дней. К середине января толщина льда достигла 40–50 см. Толщина снежного покрова колебалась от 20 до 30 см.

В пробах льда определено 27 видов водорослей, из которых Bacillariophyta представлена 4, Chlorophyta – 14, Cyanophyta – 7 и Euglenophyta – всего 2 видами. Альгофлору льда формируют виды, доминирующие в планктоне исследованных озер [Антипина, Комулайнен, 2010; Komulaynen, Slastina, 2010]. Во все периоды наблюдения структура альгоценозов льда в исследованных озерах заметно различалась как по видовому составу, так и по количественным параметрам (табл. 2, 3).

В январе альгоценозы льда были наиболее разнообразны в оз. Четырехверстном. Среди доминирующих видов встречены диатомовые (*Tabellaria flocculosa*), зеленые (*Aphanochaete repens, Chlorella vulgaris)*, сине-зеленые

Таблица 2. Доминирующие водоросли криофитона в верхнем и нижнем слоях льда

Слой	Озеро		
	Ламба	Четырехверстное	Карьер
	17.01.2010		
Верхний	*Microcystis aeruginosa* Kütz. *Trachelomonas volvocina* Ehr.	*Aphanochaete repens* A. Braun. *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz. *Phormidium tenue* A. Braun.	*Microcystis aeruginosa* Gom. *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz.
Нижний	*Coelastrum microporum* Näg. *Trachelomonas volvocina* Ehr.	*Chlorella vulgaris* Beijer. *Trachelomonas volvocina* Ehr.	*Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz.
	03.04.2010		
Верхний	*Trachelomonas volvocina* Ehr.	*Planktothrix agardhii* (Gom) An. *Gomposphaeria* sp.	*Stephanodiscus asterea* (Ehr.) Grun. *Synedra splendens* Kütz.
Нижний	*Aphanocapsa* sp. *Coelosphaerium* sp.	*Planktothrix agardhii* *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.	*Coelosphaerium naegilianum* Ung. *Anabaena sp.*

(*Phormidium tenue*) и эвгленовые (*Trachelomonas volvocina*) водоросли. Обилие варьировало от 3,4 до 22,7 тыс. кл./л, биомасса – от 1,1 и 10,3 мг/м^3 и концентрация хлорофилла *a* – от 1,2 до 1,8 мг/м^3.

Таблица 3. Количественная характеристика криофитона исследованных водоемов в январе 2010 г.

Озеро	Число видов	Численность, тыс. кл./л	Биомасса, мг/м^3	Хлорофилл *a*, мг/м^3
	верхний/нижний слой			
Четырехверстное	10/15	3,40/22,67	1,09/10,32	1,18/1,87
Ламба	9/3	6,80/7,52	1,82/9,36	1,02/0,45
Карьер	12/4	3,53/1,73	3,08/3,42	0,47/0,48

Видовое разнообразие водорослей во льду озер Карьер и Ламба было ниже. В оз. Карьер доминировали только диатомовые водоросли *Tabellaria fenestrata* и T. *flocculosa*. Обилие варьировало от 1,7 до 8,2 тыс. кл./л , а хлорофилл *a* – от 1,2 до 1,8 мг/м^3. Биомасса была близка к отмеченной в оз. Четырехверстном: 1,8–9,36 мг/м^3.

Обследование озер проводилось также в начале апреля. Весь март стояла солнечная погода. Снег на озерах спрессовался. Поверхность снежного покрова была стекловидной от подтаивания. Толщина льда достигала 50 см. Количественные показатели ледовых сообществ во всех озерах снизились, хотя количество видов несколько возросло. Наблюдались и изменения в структуре доминирующего комплекса видов. Особенно заметно, от 3 до 10 раз, снизилась плотность водорослей во льду оз. Карьер. Концентрация хлорофилла *a* в верхнем и нижнем слоях здесь составила соответственно 0,15 и 0,04 мг/м^3. В оз. Четырехверстном в апреле концентрация хлорофилла *a* изменялась от 0,69 до 0,56 мг/м^3, а в оз. Ламба – от 0,87 до 0, 39 мг/м^3 соответственно в верхнем и нижнем слоях льда.

Структура криофитона заметно изменялась с глубиной как по видовому составу, так и по численности и биомассе формируемых группировок (табл. 2, 3). Максимальная численность и биомасса водорослей в оз. Четырехверстном наблюдалась в нижнем слое. В оз. Ламба максимальная биомасса было отмечена в верхнем слое льда. В оз. Карьер структура криофитона с глубиной практически не меняется.

Выводы

Альгофлору льда формируют виды, доминирующие в планктоне исследованных озер в период открытой воды.

Обилие водорослей в криофитоне определялось глубиной водоемов и уровнем их трофности.

Для криофитона исследованных озер характерна вертикальная дискретность видового состава и биомассы.

Мониторинг озер зимой нельзя ограничить подледной водой, так как процессы, происходящие во льду, могут быть не менее, а даже более существенны. Особое внимание следует обращать на его функционирование в первой половине зимы и накануне разрушения ледового покрова.

Литература

Антипина Г. С., Комулайнен С. Ф. Водоросли // Растения и лишайники города Петрозаводска (аннотированные списки видов): Учеб. пособие / Под ред. Г. С. Антипиной. Петрозаводск: Петр ГУ, 2010. С. 13–43.

Бондаренко Н. А., Щур Л. А. Cryptophyta водоемов и водотоков Восточной Сибири (Россия) // Альгология. 2008. № 4. С. 408–422.

Ботаника. Водоросли. Экология. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://botany.pp.ru/sistemplant/algae/ecology/, свободный.

Ефремова Т. В., Здоровеннова Г. Э., Пальшин Н. И. Ледовый режим озер Карелии // Водная среда: обучение для устойчивого развития. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. С. 31–40.

Кузьмин Г. В., Балонов И. М. О подледном цветении воды Рыбинского водохранилища // Информ. бюл. Ин-та биологии внутренних вод АН СССР. 21. 1974. С. 18–28.

Лаврентьева Г. М. Особенности развития зимнего фитопланктона в малых озерах северо-запада // Изв. ГосНИОРХ. 1981. 162. С. 89–103.

Оболкина Л. А., Бондаренко Н. А., Дорощенко Л. Ф. и др. О находке криофильного сообщества в озере Байкал // ДАН. 2000. 371 (6). С. 815–817.

Старцев Н. С., Коваленко В. Н. Исследование водных ресурсов Карелии // Операт.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. С. 37–41.

Algae and Cyanobacteria in Extreme Environment / Ed. by Joseph Seckbach. Springer, 2007. 812 p.

Komulaynen S., Slastina J. Winter algae communities in the lakes and rivers ecosystems (Republic of Karelia, North Russia) // Proceedings of 2nd Winter Limnology Symposium. Berlin, 2010. P. 12–13.

Report of SCOR-UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments // Monographs on oceanographic methodology. Determination of photosynthetic pigments in water. UNESCO. 1966. P. 9–16.

Salonen K., Leppäranta M., Viljanen M., Gulati R. D. Perspectives in winter limnology: closing the annual cycle of freezing lakes // Aquat. Ecol. 2009. 43. P. 609–616.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сластина Юлия Леонидовна
младший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: slastina.jul@yandex.ru
тел.: (8142) 576520

Потахин Максим Сергеевич
младший научный сотрудник, к. г. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: potakhin@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576381

Комулайнен Сергей Федорович
ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Komsf@rnail.ru
тел.: (8142) 769810

Клочкова Марина Александровна
Петрозаводский государственный университет
ул. Красноармейская, 31, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: voro52@yandex.ru

Slastina, Yulia
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: slastina.jul@yandex.ru
tel.: (8142) 576520

Potakhin, Maksim
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: potakhin@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576381

Komulainen, Sergey
Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Komsf@mail.ru
tel.: (8142) 769810

Klochkova, Marina
Petrozavodsk State University
31 Krasnoarmeyskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: voro52@yandex.ru

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 142–143

ЭКСПЕДИЦИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЗЕР ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ

В период с декабря 2010 г. по апрель 2011 г. Институтом водных проблем Севера Карельского НЦ РАН проводились исследования антарктических озер по гранту РФФИ «Реакция озер на изменения климата» № 10-05-00963, руководитель – Н. Н. Филатов. Работы проводились в составе 56-й Российской антарктической экспедиции Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. Изучались разнотипные озера (постоянно и временно покрытые ледяным покровом), расположенные в трех оазисах: Холмы Тала, Ширмахер, Холмы Ларсеманн.

Цель работы заключалась в выявлении закономерностей изменений режима озер, покрытых льдом, в разных физико-географических условиях под влиянием климата. В задачи исследования входило изучение изменчивости гидрофизических параметров – сезонной и многолетней (сравнение с предыдущими исследованиями); изучение изменчивости концентраций биогенных элементов и особенностей структуры биологических сообществ озер; исследование вертикальной структуры донных осадков.

Исследовано 27 озер, для каждого из которых выполнены гидрофизические измерения, собрано 38 проб фитопланктона, 22 – зоопланктона, 47 колонок донных отложений, 18 – для анализа содержания хлорофилла *a*, 28 проб для комплексного гидрохимического анализа, а также 5 проб лишайников на исследование их биоаккумулятивной способности.

Полный видовой состав, количественные характеристики фитопланктона, зоопланктона и микробного донного сообщества, а также динамика содержания хлорофилла *a* в планктоне и химический состав воды и донных отложений будут проанализированы при камеральной обработке собранного материала в лабораториях Института водных проблем Севера КарНЦ РАН и в специализированных подразделениях ведущих научных центров России.

После камеральной обработки данных микробиологического и молекулярно-биологического анализа донных осадков озер трех антарктических оазисов и частиц аллохтонного вещества из материкового льда оазиса Ширмахера предполагается получить сведения о современном состоянии озер, а сравнение этих данных с ранее проведенными исследованиями даст возможность оценить влияние изменений климата на озера антарктических оазисов.

А. В. Толстиков, А. Н. Шаров

EXPEDITION OF THE RESEARCH OF EASTERN ANTARCTICA LAKES

The research of Antarctic lakes performed by the Northern Water Problems Institute (Karelian Research Centre of RAS) in the work of 56 Russian Antarctic Expedition of the Arctic and Antarctic Research Institute in the period from December 2010 to April 2011. It was studied the lakes located in the three oases: Thala Hills, Schirmacher, Larsemann Hills. Office studies of the material is expected to get new information about climate variability of the Antarctic oasises, using data from the microbiological and molecular biological analysis of bottom sediments of lakes of three Antarctic oases and allochthonous particulates from the continental ice of Schirmacher Oasis.

A. V. Tolstikov, A. N. Sharov

ЭКСПЕДИЦИЯ «ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ»

С 28 июня по 16 июля 2010 г. проходила экспедиция по гранту Русского географического общества. Организатор – Отделение Русского географического общества в Республике Карелия и Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН. В работе экспедиции приняли участие институты КарНЦ РАН: водных проблем Севера; языка, литературы и истории; геологии, а также Карельская государственная педагогическая академия и историко-культурный центр «Полярный Одиссей».

Цель экспедиции заключалась в исследовании современного состояния историко-географических памятников Европейского Севера России. Под историко-географическими памятниками в данном случае понимается сочетание природных и культурно-исторических объектов – природно-культурных комплексов. Задачи включали: исследование современного состояния историко-географических памятников по маршруту Онежское озеро – Беломорско-Балтийский канал – Белое море и Ладожское озеро; проведение ландшафтных исследований геокомплексов; исследование подводной части геокомплексов с целью обнаружения новых петроглифов; оценку экологического состояния береговых геокомплексов; оценку рекреационной привлекательности природно-культурных комплексов.

В экспедиции были проведены специальные физико-географические, исторические и археологические исследования; документированы 14 объектов – памятников природы, истории и культуры, сделаны новые археологические находки: найдены новые петроглифы на восточном берегу Онежского озера, в районе Залавруга на Белом море и исследованы объекты, перспективные для обнаружения ранее не изученных петроглифов.

По результатам экспедиции в Президиум Русского географического общества представлен научный отчет, включающий оценку современного состояния природных и культурно-исторических объектов Онежского и Ладожского озер, Белого моря. Было создано два документальных фильма: петербургским телеканалом «Телепутешествия» (автор О. Кузьмичев) и студией Карельской государственной педагогической академии (автор О. Чупин). Выпущен фотоальбом «Природные и культурно-исторические памятники Белого моря, Онежского и Ладожского озер: по маршруту экспедиции Русского географического общества „Историко-географические памятники Европейского Севера России“» / [Отд-ние РГО в Респ. Карелия, Ин-т водных проблем Севера КарНЦ РАН; фото: Игорь Георгиевский]. – Петрозаводск: Verso, 2010. – 95 с.: ил.». Издан Атлас «Онежское озеро» / Отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 151 с.

Исследования по гранту Русского географического общества показали, что современное состояние практически всех изученных памятников Европейского Севера России требует введения дополнительных охранных и восстановительных мероприятий, поскольку существующие статусы не в полной мере отвечают требованиям или не соблюдаются населением, а в ряде случаев и ответственными за это организациями.

М. С. Богданова, И. Ю. Георгиевский, С. П. Гриппа, В. Л. Дмитриев, Н. В. Лобанова, П. В. Медведев, М. С. Потахин, С. Б. Потахин, А. В. Толстиков, Н. Н. Филатов

THE EXPEDITION OF THE GRANT OF RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

The expedition «Historical and geographical sites of the European North of Russia» of the grant of the Russian Geographical Society took place from June 28 to July 16, 2010. Organizer – Karelian Branch of the Russian Geographical Society and Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre RAS. In the work of the expedition was attended institutions of the Karelian Research Centre: Northern Water Problems; Language, literature and history; Geology; Karelian State Pedagogical Academy, historical and cultural center «Polar Odyssey». The current state of almost all studied sites requires the introduction of additional security and reconstruction activities, as the existing status does not fully meet the requirements or not complied with the population, and in some cases, the responsible organizations.

M. S. Bogdanova, I. U. Georgievskiy, S. P. Grippa, V. L. Dmitriev, N. V. Lobanova, P. V. Medvedev, M. S. Potakhin, S. B. Potakhin, A. V. Tolstikov, N. N. Filatov

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 144–146

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

ЗАЛМАН САМУИЛОВИЧ КАУФМАН
(к 90-летию со дня рождения)



Залман Самуилович Кауфман родился 10 января 1921 г. в г. Чернигове. Окончил украинскую школу. В раннем детстве проявил большую любовь к природе. Первую статью опубликовал будучи учеником шестого класса в журнале «Юный натуралист». Статья обратила на себя внимание крупного биолога, эколога, писателя и художника, профессора Московского университета А. Н. Формозова, который помогал З. Кауфману все его школьные годы сформироваться как исследователю, будущему ученому.

Окончив школу и выдержав труднейшие вступительные экзамены, З. С. Кауфман был зачислен в число студентов биофака Ленинградского государственного университета. Однако учиться не пришлось, так как началась война с Финляндией и З. С. Кауфман был призван в армию. После финской войны службу проходил в 1-й Московской пролетарской дивизии – элитной воинской части. После прохождения в 1941 г. майского парада по Красной площади, дивизия была отправлена в Западную Белоруссию, на советско-германскую границу, где его и застала война. Тяжелые кровавые бои, чудовищные потери, тягостное отступление вплоть до Подмосковья. Из многотысячного подразделения осталось лишь три десятка человек. В качестве командира отделения разведки и артиллерийского корректировщика участвовал в боях на Волховском и Ленинградском фронтах. Был ранен и контужен, в 1944 г. по инвалидности демобилизован. После демобилизации вновь стал студентом Ленинградского университета.

С первого курса специализировался на кафедре зоологии беспозвоночных животных у член-корр. АН СССР профессора В. А. Догеля, а со второго курса – дополнительно и на кафедре эмбриологии у член-корр. П. Г. Светлова. Весь университетский курс прошел за четыре года, оставив пятый курс для научной работы, но университет закончить не пришлось. В то время проходили жестокие дискуссии по вопросам ревизии фундаментальных положений в разных науках, в частности в генетике. Те, кто были не согласны с официальной линией, подвергались репрессиям. В это же время в стране была развернута компания антисемитизма. З. С. Кауфман, выступая на различных конференциях и форумах, не скрывал своего несогласия с происходящим. Реакция властей была незамедлительной. Зимой 1948 г. органами Ленинградского МГБ он был арестован. Обвиненный в клевете на советскую науку, на советский строй, а также в сионистской деятельности, З. С. Кауфман был осужден на 25 лет лагерей особо строгого

режима (каторжных) с последующим поражением в избирательных правах на пять лет. Срок отбывал в спецлагерях Тайшетлага и Северного Урала на тяжелых физических работах. Отсидев семь лет, после смерти Сталина был реабилитирован и снова восстановлен в университете, который, наконец, и закончил. По сохранившимся на кафедре материалам, опубликовал две статьи в «Докладах АН СССР». Выдержав конкурс, был зачислен в аспирантуру Зоологического института АН СССР к академику А. В. Иванову. Диссертация была посвящена изучению развития, строения и эволюции трахейной и пищеварительной систем хилопод. Выработка собственной методики сделала возможным досрочное выполнение темы. Защита проходила на Ученом совете биофака Ленинградского университета. Успешная защита, большое количество статей, ссылки на них многих видных специалистов, приглашения на международные конференции не лишили З. С. Кауфмана длительной, мучительной и унизительной безработицы. Мешали анкетные данные. Приютила недавно организованная и нуждающаяся в квалифицированных научных кадрах Беломорская биологическая станция Карельского филиала АН СССР, где ему предстояло заниматься вопросом катастрофического падения численности беломорской сельди. Предложенные З. С. Кауфманом впервые в мировой практике искусственные нерестилища в условиях моря сделали возможным сохранение беломорской егорьевской сельди как вида.

После расформирования Карельского филиала АН СССР существование Беломорской станции оказалось под угрозой. Благодаря огромным усилиям З. С. Кауфмана станция была сохранена и передана Зоологическому институту АН СССР. Этот переход изменил и тематику исследований. З. С. Кауфман занялся изучением половых циклов массовых видов беломорских беспозвоночных. Исследование было поставлено широко и многогранно с использованием различных современных методик. Изучались не только видовые особенности половых циклов (50 видов), но и их адаптации к экологическим условиям высоких широт. До этого изучение половых циклов такого масштаба не проводилось. Эта работа легла в основу докторской диссертации, успешно защищенной на Ученом совете биофака Ленинградского университета. После восстановления Карельского филиала АН СССР З. С. Кауфман возвратился на работу в Отдел водных проблем, позже Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН. Это снова повлекло за собой изменение тематики. Первое время он занимался вопросом влияния токсикантов на процесс развития пресноводных гидробионтов и влияния на них различных адаптогенов. Но позже ему было предложено научное руководство большой темой, связанной с комплексным изучением Онежского озера. Этой работе было посвящено более 25 лет. Был создан большой и сильный научный коллектив. Ряд исследований проводились вместе с Зоологическим институтом АН СССР, с Институтом озероведения АН СССР, Институтом водных проблем АН СССР и Вычислительным центром АН СССР. Именно работе этого коллектива наука обязана всесторонним и детальным изучением Онежского озера – одного из крупнейших водоемов Европы, входящего в число Великих озер мира. Результаты исследований были изложены в многочисленных докладах, статьях, сборниках и диссертациях. Эти работы пользовались и пользуются большим авторитетом не только в нашей стране, но и далеко за ее рубежами. В этом несомненная заслуга З. С. Кауфмана.

Хорошее образование, большая эрудиция, высокая общая культура и удивительная работоспособность дали возможность З. С. Кауфману опубликовать 11 монографий и около 200 статей не только по разным вопросам современной биологии, но по иудаике и культуроведению, а также ряд рассказов, пользующихся успехом у читателей. Кроме того, им написано более 300 отзывов и рецензий на различные публикации, статьи, диссертации.

З. С. Кауфман награжден многими боевыми и правительственными наградами, двумя почетными грамотами Президиума АН СССР, избран член-корреспондентом Академии естественных наук России, он Заслуженный деятель науки Карелии, избирался «Человеком года Карелии». В настоящее время работает ведущим научным сотрудником лаборатории гидробиологии Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН.

Н. Н. Филатов, М. Т. Сярки

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ З. С. КАУФМАНА

МОНОГРАФИИ

Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. 264 с. (соавтор и редактор).

Эмбриология рыб. М.: Наука, 1990. 272 с.

Очерк эволюции кишечнополостных. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1991. 156 с.

Первичнополостные черви (приапулиды, киноринхи, гастротрихи и волосатики). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1992. 211 с.

Эволюция размножения пола. Т. 1. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1993. 252 с.; Т. 2. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1994. 200 с.

Седентарный образ жизни. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. 42 с.

Акантоцефалы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. 122 с.

Оогенез рыб Европейского Севера России. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2003. 122 с. (Совместно с Ю. Н. Шаровой, А. А. Лукиным.)

Происхождение биоты континентальных водоемов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. 258 с.

СТАТЬИ

Очерки по морфологии хилопода (трахейная и пищеварительная системы): Дис. … канд. биол. наук. Л., 1961.

Применение искусственных нерестилищ для беломорской сельди // Вопросы ихтиологии. 1965. Т. 5, вып. 3. С. 478–482. (Совместно с М. Н. Русановой.)

Некоторые вопросы фенольной интоксикации Enchytraeus albidus Henle (Oligochaeta) с точки зрения теории стресса // Гидробиол. журн. 1974. Т. 11, № 5. С. 62–65.

Зависимость оогенеза морских шельфовых беспозвоночных от температуры воды // Журн. общей биол. 1976. Т. 37, № 6. С. 912–916.

Экосистема Онежского озера и некоторые вопросы ее изменения // Водные ресурсы. 1989. № 4. С. 144–150. (Совместно с Г. П. Пирожковой.)

Некоторые вопросы регрессивной эволюции // Известия РАН. Серия биологическая. 2008. № 3. С. 369–378.

Труды Карельского научного центра РАН
№ 4. 2011. С. 147–151

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

Онежское озеро. Атлас / Отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 151 с.

В Атласе представлены результаты многолетних комплексных исследований Онежского озера, выполненных Институтом водных проблем Севера Карельского научного центра РАН при участии Института геологии КарНЦ РАН и Института озероведения РАН. В качестве прототипа был выбран атлас Ладожского озера (Ладожское озеро, 2002). В издании представлены схемы, диаграммы, графики, профили и тексты, которые показывают особенности формирования котловины озера и водосбора (в геологическом и историческом аспектах), современное состояние климата на водосборе, гидрологических и гидрофизических процессов (структура бассейна, уровенный режим и водный баланс озера, термический и ледовый режим, волны, сейши, сгонно-нагонные явления и т. п.), биоты (фито-, бактерио-, зоопланктон, макрозообентос, высшая водная растительность, ихтиофауна) и гидрохимических особенностей озера и водных объектов водосбора, а также донных отложений. Показаны памятники природы, культуры и истории. Большое внимание уделено практическому использованию вод озера, водному хозяйству, а также рекреационным особенностям озера и водосбора. Материалы Атласа представляют интерес для специалистов в практическом использовании ресурсов озера и водосбора, а также в научных и учебных целях, для студентов, аспирантов и людей, интересующихся природой Карелии. Работа издана при финансовой поддержке гранта ВОО «Русское географическое общество» за 2010 г. «Историко-географические памятники Европейского Севера».



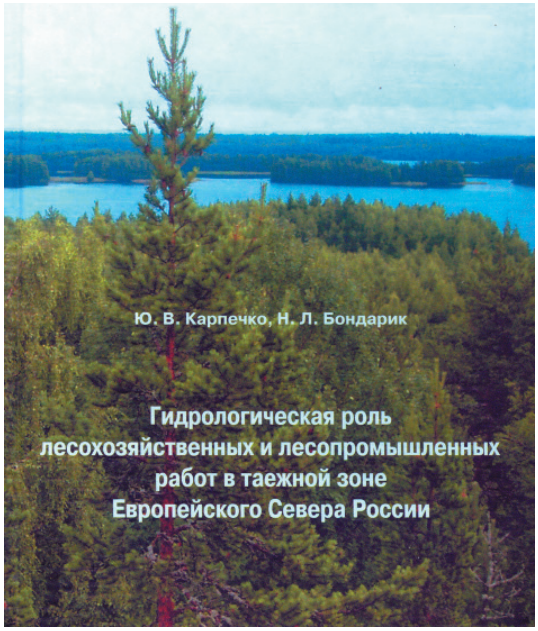
Lake Onego. Atlas / Editor-in-charge N. N. Filatov. Petrozavodsk, 2010. 151 p.

The Atlas present the results of long-term multidisciplinary studies of Lake Onego carried out by the Northern Water Problems Institute with participation of the Institute of Geology (both of Karelian Research Centre, RAS) and the Institute of Limnology, RAS. The atlas of Lake Ladoga (Lake Ladoga, 2002) was chosen as the prototype. The volume comprises schemes, diagrams, graphs, profiles and texts demonstrating the patterns of formation of the lake basin and catchment (geological and historical aspects), modern climate in the catchment, hydrological and hydrophysical processes (structure of the drainage basin, level regime and water balance, temperature and ice regimes, waves, seiches, positive/negative surge, etc.), biota (phyto-, bacterio-, zooplankton, macrozoobenthos, higher aquatic vegetation, fish fauna), and hydrochemical characteristics of the lake and waters in the catchment, as well as of bottom sediments. Monuments of nature, culture and history are indicated. Much attention is paid to utilization of the lake water, the water economy, as well as to recreational features of the lake and the catchment. Materials included in the Atlas are of interest for specialists in management and utilization of the resources of the lake and the catchment, as well as for scientific and educational purposes, for university and PhD students, and for all those

keen on the nature of Karelia. The publication was supported by the Russian Geographical Society grant 2010 «Historical-geographical monuments of the European North».

Карпечко Ю. В., Бондарик Н. Л. Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне Европейского Севера России. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 225 с.

Монография посвящена актуальным вопросам гидрологии – формированию речного стока в производных и коренных лесах. Приведена характеристика хозяйственной деятельности в лесу. Дано обоснование классификации лесов с точки зрения их гидрологической роли. Предложены методы расчета таксационных характеристик, необходимых для решения гидрологических задач. Рассмотрены методологические аспекты и предложены методы оценки изменения элементов водного баланса в результате лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности (рубки главного пользования, рубки ухода, гидролесомелиорация). Предложены оригинальные методы расчета транспирации, испарения жидких и твердых атмосферных осадков с полога леса и испарения с наземного покрова. Рассмотрены особенности формирования элементов водного баланса в производных и коренных лесах и даны оценки гидрологической роли рубок главного пользования и рубок ухода, в том числе и в условиях изменения климатических характеристик. Получена оценка изменения испарения и стока после проведения гидролесомелиорации. Впервые расчетным путем получена антропогенная составляющая испарения и стока в производных лесах



Карелии. Монография может быть полезна для специалистов гидрологов, лесоводов, экологов, преподавателей и студентов, обучающихся по специальностям гидрология суши, лесное хозяйство и экология.

Karpechko Yu. V., Bondarik N. L. Hydrological role of forest management and forest industry activities in the taiga zone of Russian European North. Petrozavodsk, 2010. 225 p.

The monograph is devoted to hydrology pressing questions – the formation of runoff in secondary and climax forests. The characteristic of forest management activities is presented. The substantiation of classification of forests from the point of view of their hydrological role is given. Techniques of calculation of forest inventory parameters necessary for the decision of hydrological problems are offered. Methodological aspects are considered and the techniques of estimation of change of elements of water budget as a result of forest industry and forest management activities (clean cutting, thinning, forest reclamation) are offered. Original techniques of calculation of transpiration, evaporations of a liquid and solid precipitation from forest canopy and evaporation from the ground cover are offered. Features of formation of water budget elements in secondary and climax forests are considered. Estimations of a hydrological role of clean cutting and thinning (including estimations for changing climatic conditions) are given. The change of evaporation and runoff after forest reclamation is estimated. The anthropogenic component of evaporation and of runoff in secondary forests of Karelia is calculated for the first time. The monograph can be useful for experts in hydrology, silviculture, ecology, for teachers and the students training in specialties of hydrology, forestry and ecology.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 325 с.

Монография представляет собой сводку по зоопланктону более 290 водоемов и водотоков бассейна Белого моря, является частью исследований по инвентаризации биологических ресурсов озер Карелии, а также включает данные по ряду водных объектов Мурманской и Архангельской областей. Она продолжает систематизацию имеющихся к настоящему времени сведений, начатую ранее по водным объектам бассейна Онежского озера (Куликова, 2004, 2007). В предлагаемом обзоре обобщены данные по фауне планктона 213 озер и 81 реки бассейна, приводится список видового состава сообще-



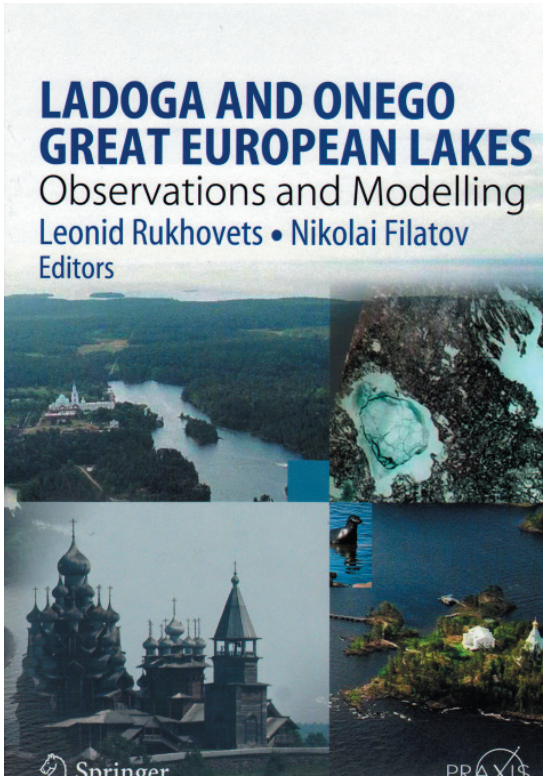
ства коловраток и ракообразных (380 таксонов) для 166 озер и 73 рек.

Книга представляет интерес для гидробиологов, зоологов, ихтиологов, экологов. Имеет практическое значение для службы мониторинга, рыбохозяйственных исследований.

Kulikova T. P. Zooplankton in waters of the White Sea drainage basin. Petrozavodsk, 2010. 325 p.

The book is an overview of zooplankton information from over 290 waterbodies and watercourses of the White Sea drainage basin. It is part of the work on the inventory of biological resources of lakes of Karelia, and also provides data on a number of waterbodies of the Murmansk and Arkhangelsk Regions. It continues systematization of available data, which began with Lake Onego catchment (Куликова, 2004, 2007). The overview summarizes data on the plankton fauna of 213 lakes and 81 rivers of the drainage basin, provides the checklist of species of the rotifer and crustacean community (380 taxa) for 166 lakes and 73 rivers. The book would be of interest for hydrobiologists, zoologists, ichthyologists, ecologists. It is of applied value for monitoring agencies and fish management studies.

Книга **«Ладога и Онего – Великие озера Европы: Наблюдения и моделирование»** написана коллективом авторов из ИВПС КарНЦ РАН и Санкт-Петербургского экономико-математического института РАН при участии сотрудников ИНОЗ РАН. В ней дана оценка современного состояния озер в условиях потепления климата и антропогенного воздействия. Особый интерес вызывают исследования озер после сильного антропогенного стресса в 1960–1980-х гг., когда за счет развития промышленности, сельского хозяйства на водосборе озер наблюдалось интенсивное их эвтрофирование и загрязнение, а при уменьшении антропогенной нагрузки при резком изменении экономической активности на водосборе и принятых мерах по охране окружающей среды в 1990-х гг. отмечается ослабление процесса эвтрофирования. Однако указывается, что процесс антропогенного эвтрофирования больших стратифицированных озер, запущенный ростом биогенной нагрузки, не поддается остановке в короткие сроки даже при значительных затратах на снижение нагрузки. Более того, процесс антропогенного эвтрофирования может продолжаться даже при снижении антропогенной нагрузки до уровня, имевшего место в олиготрофный период состояния озера. Работа основана на использовании трехмерных моделей гидротермодинамики и экосистем озер для обоснования методов сохранения качества вод озера. Расчеты выполнены при разных климатических условиях и биогенной нагрузке. Дано обоснование ассимиляционного потенциала и предельных нагрузок на озеро для сохранения качества вод.



Ladoga and Onego – Great European Lakes: Observations and Modelling / L. Rukhovets, N. Filatov (Eds.). London: Springer-Praxis, 2010. 302 p.

The book addresses the contemporary state of the largest lakes of Europe and their watershed under anthropogenic and climate changes, with special emphasis placed on feedforward and feedback interactions between aquatic ecosystems, watershed hydrology and economy of the region. To investigate the responsiveness of both environments to the respective counter impacts, as well as regional and global climate change, data analysis of multi-year field observations, numerical modeling are exploited. This book is a first attempt to apply a *quantitative* approach to the assessment of changes occurring presently and anticipated in the future to dynamic relationships between the anthropogenic impacts, climate change and water ecosystems of both largest lakes of Europe. Thus, the book is primarily a synthesis of multifaceted interdisciplinary studies conducted by a team of experts working in a wide spectrum of natural and human sciences. Indeed, it is a synthesis of limnology, mathematics, hydrobiology, hydrochemistry, thermohydrodynamics, aquatic ecology, and economy.

Меншуткин В. В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция). Петрозаводск; СПб.: Карельский НЦ РАН, 2010. 419 с.

Книга посвящена методике создания и исследования имитационных моделей в области экологии, физиологии, эволюции, демографии и экономики природопользования. Все модели реализованы автором в виде компьютерных программ. Книга состоит из двух частей, посвященных теории и практике имитационного моделирования.

В первой части кратко излагаются основы методов моделирования, а также даны необходимые сведения о математическом аппарате, используемом при построении моделей. В книге описываются и применяются различные методы математического моделирования, широко используется язык моделирования STELLA, а также методы конечных и клеточных автоматов и нечеткой логики.

Во второй части книги описаны модели, созданные автором. Тематика этих моделей разнообразна. Модели разнообразных физиологических циклов, популяций рыб, водных беспозвоночных и человека вводят в проблематику детерминированных и стохастических моделей популяций. Сообщества представлены моделями ихтиоценозов, волков, оленей, кабанов



и фитоценозом букового леса. Модели экологических систем, помимо обобщенного теоретического подхода, описывают конкретные природные объекты. Также представлены экономико-экологические модели. Раздел, посвященный моделированию процесса эволюции, включает в себя микроэволюционные модели рыб и водных беспозвоночных, эволюции гаммарид Байкала и процесса выхода хордовых на сушу. В разделе дается сравнение различных теорий биологической эволюции с использованием компьютерных экспериментов. Книга завершается описанием моделей развития науки и динамики биосферы Земли после появления человека.

Монография предназначена для экологов, физиологов, эволюционистов и ученых других специальностей, а также студентов и аспирантов, которые используют или собираются использовать в своих исследованиях методы имитационного моделирования.

Menshutkin V. V. Art of Modelling (Ecology, Physiology, Evolution). Petrozavodsk; Sankt-Petersburg, 2010. 419 p.

The subject of the book is the technique for designing and studying simulation models in ecology, physiology, evolution, demography, environment, and economics. The book is composed of two parts dealing with the theory and practice of simulation modeling.

The first part briefly introduces the basics of modeling methods, and provides baseline data on the mathematical tools used to develop the models. The book offers descriptions and applications of various mathematical modeling techniques, makes wide use of the STELLA software, as well as finite-state and cellular automation, and fuzzy logic methods.

The second part of the book describes the models designed by the author. Their themes are quite diverse. These models of various physiological cycles, populations' offish, aquatic invertebrates, and human being, introduce the reader to the problems of deterministic and stochastic population models. The models represent communities of fish, wolves, deers, wild boars, and the beech forest plant community. In addition to the general theoretical approach, models of ecological systems describe specific natural objects. A special section is devoted to modeling of terrestrial ecosystems. Environmental-economic models are represented. Simulation of the evolutionary process includes micro-evolutionary models offish and aquatic invertebrates, evolution of Baikalian gammarids, and the transition, of chordates to land. In this section, different theories of biological evolution are compared through computer experiments. In conclusion, models of scientific development and dynamics of the Earth's biosphere since the emergence of the human race are described.

The monograph is meant for experts in ecology, physiology, evolution and other fields, as well as for graduate and post-graduate students who use or plan to use simulation methods in their studies.

ПРИЛОЖЕНИЕ
http://transactions.krc.karelia.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук»)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершенных оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегии серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляют за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил ее оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы «Анкеты» и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия «Анкеты» и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее чем через месяц после получения рецензии. Перед сдачей в печать авторам высылается распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Почтовый адрес редакции: 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон: (8142) 780109.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН и другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступна на сайте http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Статьи должны быть подписаны всеми авторами.

Объем рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) не должен превышать: для обзорных статей – 30 страниц, для оригинальных – 25, для сообщений – 15, для хроники и рецензий – 5–6. Объем рисунков не должен превышать 1/4 объема статьи. Рукописи большего объема (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

Рукописи присылаются в электронном виде, а также в двух экземплярах, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку через 1,5 интервала (12 пунктов шрифта типа Times New Roman). Размер полей: сверху, снизу – 2,5 см, справа, слева – 2,5 см. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: УДК курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статьи экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. ВЫВОДЫ. ЛИТЕРАТУРА); благодарности; литература (с новой страницы); таблицы (на отдельном листе); рисунки (на отдельном листе); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью на русском и английском языках; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языках; должности авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи* и содержать не более 8–10 значащих слов.

АННОТАЦИЯ должна быть лишена вводных фраз, содержать только главную информацию статьи, не превышать объем – 15 строк.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой, в конце фразы ставится точка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ должны содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Для фаунистических и флористических работ следует указывать место хранения коллекционных образцов. Если в статье приводятся сведения о новых для исследованной территории таксонах, то желательно и процитировать этикетку. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во Введении. Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более), и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Рыбаков, 1994; Longman, 2001].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, должны быть пояснены в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIFF (*.TIF) или JPG (не встраивать в Word). Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указанием желательного размера рисунка в книге, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физико-географических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и, желательно, с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicus* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis.*

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения – названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

*** Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ,** в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

ЛИТЕРАТУРА. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.52008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5. 2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32: 635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило[1], М. И. Сысоева[1], Г. Н. Алексейчук[2], Е. Ф. Марковская[1]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН
[2] Институт экспериментальной ботаники НАН Республики Беларусь им. В. Ф. Купревича

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: *Cucumis sativus L.,* кратковременное снижение температуры, устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, G. N. Alekseichuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus L.,* temperature drop, resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / Ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / Пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 с.

Несис К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М.: Наука, 1985. 285 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds.: P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in Salmo gairdneri // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, N 4. P. 507–516.

Ссылки на материалы конференций

Марьинских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

Ссылки на авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Ссылки на диссертации

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии : материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

Ссылки на интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайновых сервисов // Электрон. биб-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL: http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/ (дата обращения: 25.11.2006).

Ссылки на электронные ресурсы на CD-ROM

Государственная Дума, 1999–2003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия / Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CD-ROM.

CONTENTS

From editor 3

N. N. Filatov. MODERN WATER PROBLEMS OF THE NORTH OF EUROPEAN RUSSIA 4

A. V. Litvinenko, M. S. Bogdanova, V. A. Karpechko, I. A. Litvinova, N. N. Filatov. WATER RESOURCES OF KARELIA: MAIN PROBLEMS OF SUSTAINABLE USE AND PROTECTION 12

P. A. Lozovik, A. V. Ryzhakov, A. V. Sabylina. PROCESSES OF MATTER TRANSFORMATION, CYCLES AND FORMATION IN NATURAL WATERS 21

N. M. Kalinkina, T. A. Chekryzheva, T. P. Kulikova, A. V. Ryabinkin. PATTERNS IN THE RESPONSE OF THE BIOTA OF KARELIAN LAKES TO CHANGES IN THE ION COMPOSITION UNDER THE IMPACT OF MINING MILL WASTEWATERS 29

N. A. Belkina. ROLE OF SEDIMENTS IN THE PROCESSES OF TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS IN LAKE ECOSYSTEMS 35

T. M. Timakova, A. V. Sabylina, T. N. Polyakova, M. T. Syarki, E. V. Tekanova, T. A. Chekryzheva. MODERN STATE OF THE ONEGO LAKE ECOSYSTEM AND TRENDS OF ITS CHANGE DURING THE PAST DECADES 42

E. V. Tekanova, P. A. Lozovik, N. M. Kalinkina, T. P. Kulikova, T. N. Polyakova, A. V. Ryabinkin, Yu. L. Slastina, T. M. Timakova, T. A. Chekryzheva. RECENT STATE AND TRANSFORMATION OF THE NORTHERN PART OF VYGOZERSKOE RESERVOIR 50

R. E. Zdorovennov, G. E. Zdorovennova, N. I. Pal'shin, A. J. Terzhevik. VARIATION OF THE TEMPERATURE AND OXYGEN REGIMES OF A SHALLOW LAKE IN WINTER 57

Z. S. Kaufman. SOME ASPECTS OF THE FAUNA FORMATION IN LAKES ONEGO AND LADOGA (review) 64

L. A. Rukhovets, N. N. Filatov. APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS TO THE TASKS OF PRESERVATION OF ONEGO LAKE WATER RESOURCES 77

V. V. Menshutkin. LOGICAL-LINGUISTIC MODELS OF THE FISH POPULATIONS AND LAKE ECOLOGICAL SYSTEMS 88

N. E. Kulakova, P. A. Lozovik. EXPERIMENTAL LEACHING OF ORE FROM THE KOSTOMUKSHA AND KORPANGA IRON ORE DEPOSITS 98

I. M. Nesterenko, S. L. Matveev. MOISTURE REDISTRIBUTION IN FREEZING SOILS IN KARELIA: ENGINEERING AND ECOLOGICAL PROBLEMS 103

G. S. Borodulina. ROLE OF GROUNDWATER FLOW TO LAKES OF THE ONEGA WATERSHED IN FORMATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE WATER 108

O. Ya. Glibko, A. A. Lukin, B. F. Prishchepa. MODERN PROBLEMS OF FISHERY REGULATION BY LAWS AND STANDARDS 116

A. V. Litvinenko, M. S. Bogdanova. GUIDELINES ON THE USE OF GIS-TECHNOLOGY IN THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCE USE 124

L. E. Nazarova. ABOUT ASSESSMENT OF COMFORTABLE CLIMATE OF KARELIA 129

SHORT REPORTS

I. Yu. Potapova. THE ROLE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE FORMATION OF THE CHEMICAL COPMOSITION OF SURFACE WATERS IN KARELIA 134

Yu. Slastina, S. Komulainen, M. Potakhin, M. Klochkova. CRYOPHYTON STRUCTURE IN LAKES OF THE PETROZAVODSK CITY 138

EXPEDITIONS

A. V. Tolstikov, A. N. Sharov. Expedition of the research of Eastern Antarctica lakes 142

M. S. Bogdanova, I. U. Georgievskiy, S. P. Grippa, V. L. Dmitriev, N. V. Lobanova, P. V. Medvedev, M. S. Potakhin, S. B. Potakhin, A. V. Tolstikov, N. N. Filatov. The expedition of the Grant of Russian Geographical Society 143

DATES AND ANNIVERSARIES

N. N. Filatov, M. T. Syarki. Zalman Kaufman (on the 90th anniversary) 144

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY 147

INSTRUCTION FOR AUTHORS 152

Научное издание

**Труды Карельского научного центра
Российской академии наук**

№ 4, 2011
ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

*Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН*

Редактор Л. В. Кабанова
Оригинал-макет Т. Н. Люрина

Подписано в печать 19.09.2011. Формат 60x84$^{1}/_{8}$.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 14,8. Усл. печ. л. 18,1.
Тираж 500 экз. Изд. № 198. Заказ 985

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

А. Ю. Жуков. СИСТЕМА РАССЕЛЕНИЯ И АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ ПРИЛАДОЖСКОЙ КАРЕЛИИ (XII–XVIII ВЕКА) **72**

Е. Ю. Дубровская. НАСЕЛЕНИЕ ФИНЛЯНДИИ И РОССИЙСКИЕ ВОЕННЫЕ: ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМНОГО ВОСПРИЯТИЯ В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ **80**

Ник Барон. СТОЛКНОВЕНИЕ ИМПЕРИЙ: РОССИЙСКО-БРИТАНСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ИНТЕРВЕНЦИИ СОЮЗНИКОВ НА СЕВЕРЕ РОССИИ, 1918–1919 ГОДЫ **90**

Е. Ефремкин. ПЕРЕСЕЛЕНИЕ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ФИННОВ В СОВЕТСКУЮ КАРЕЛИЮ В 1930–1933 ГОДАХ: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ **97**

Л. И. Вавулинская. СПЕЦПЕРЕСЕЛЕНЦЫ – МАРГИНАЛЫ В СОЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ СОВЕТСКОГО ОБЩЕСТВА (НА МАТЕРИАЛАХ КАРЕЛИИ ПОСЛЕВОЕННОГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ) **106**

О. В. Рябов, М. А. Константинова. «РУССКИЙ МЕДВЕДЬ» КАК СИМВОЛИЧЕСКИЙ ПОГРАНИЧНИК **114**

Аспирантские тетради

Т. А. Хорошун. К ВОПРОСУ СМЕНЫ КУЛЬТУР В НЕОЛИТЕ – РАННЕМ ЭНЕОЛИТЕ КАРЕЛИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПАМЯТНИКОВ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА) **124**

Ю. В. Литвин. ИМУЩЕСТВЕННЫЕ ПРАВА КАРЕЛЬСКОЙ КРЕСТЬЯНКИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА: ТРАДИЦИЯ, ЗАКОН И ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА (ПО МАТЕРИАЛАМ ОЛОНЕЦКОЙ ГУБЕРНИИ) **133**

В. П. Миронова. ЗООМОРФНЫЙ КОД ПРОВОДНИКА МЕЖДУ МИРАМИ В КАРЕЛЬСКОЙ РУНЕ О ДОБЫВАНИИ ЖЕНЫ В СВЕТЕ ТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ **139**

А. С. Лызлова. МЕСТО ПОХИЩЕНИЯ ЖЕНЩИНЫ В РУССКИХ ВОЛШЕБНЫХ СКАЗКАХ: К ВОПРОСУ О КОНТАКТЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СВОЕГО И ИНОГО МИРОВ **143**

И. П. Новак. ВЕПССКИЙ СУБСТРАТ В СИСТЕМЕ ЧЕРЕДОВАНИЯ СТУПЕНЕЙ СОГЛАСНЫХ КАРЕЛЬСКОГО ЯЗЫКА **148**

Юбилеи и даты

Н. В. Лобанова. Исследовательская тропа Ю. А. Савватеева (к 75-летию со дня рождения) **153**

И. И. Муллонен. Нина Николаевна Мамонтова (к 70-летию со дня рождения) **156**

Н. В. Чикина. Майя Федоровна Пахомова (к 85-летию со дня рождения) **158**

Рецензии и библиография

В. И. Мусаев. Maria Lähteenmäki. Maailmojen rajalla. Kannaksen rajamaa ja poliittiset murtumat 1911–1944. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 2009 **160**

И. Ю. Винокурова. Тихвинские карелы-старообрядцы в исследовании О. М. Фишман **163**

Я. Валге, А. Рупасов. О журнале «Tuna» (Эстония) **168**

Правила для авторов **173**

ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 6, 2011. Серия ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ISSN 1997-3217

Труды
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 6, 2011

transactions.krc.karelia.ru

Серия ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
Выпуск 2

СОДЕРЖАНИЕ

Границы в языке и культуре

С. И. Кочкуркина. К ВОПРОСУ О ДАТИРОВКЕ ПОГРЕБЕНИЙ С МОНЕТАМИ ПРИЛАДОЖСКИХ (ОЯТСКИХ) КУРГАНОВ **3**

И. Е. Гришина. ВОСТОЧНО-ОБОНЕЖСКИЙ КОМПЛЕКС АРХИТЕКТУРНЫХ ТРАДИЦИЙ В ДЕРЕВЯННОМ ЗОДЧЕСТВЕ КАРЕЛИИ **9**

В. Г. Платонов. РОЛЬ НАРОДНОЙ РЕЛИГИОЗНОЙ КУЛЬТУРЫ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТНОГО РЯДА ИКОНОСТАСОВ В ХРАМАХ КАРЕЛИИ XVII–XVIII ВЕКОВ **19**

Н. А. Криничная. ПОТОЛОК: ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЖИЛОГО ПРОСТРАНСТВА В КРЕСТЬЯНСКОМ МИКРОКОСМЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ НАРОДНОГО ИСКУССТВА) **29**

Е. Г. Сойни. ОБРАЗНАЯ ПАРАЛЛЕЛЬ «РОССИЯ – ФИНЛЯНДИЯ» В РУССКОЙ ЭМИГРАНТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ФИНЛЯНДИИ 1920–1940-х ГОДОВ **37**

Д. В. Кузьмин. НАСЛЕДИЕ САВОЛАКСОВ В ТОПОНИМИИ КАРЕЛИИ **45**

Н. Г. Зайцева. ВЕПССКИЕ МАТЕРИАЛЫ В НЕКОТОРЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ СЮЖЕТАХ НА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ КАРТАХ ALFE: ТРАДИЦИИ, ИННОВАЦИИ, КОНТАКТЫ **57**

Государственные и административные границы. Размежевание и контактирование «своих» и «чужих»

Jukka Kokkonen. SEARCHING BACK THE OLD BORDER. THE BORDER BETWEEN RUSSIA AND SWEDEN IN THE EARLY MODERN PERIOD **66**

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ

КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Серия ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
Выпуск 2

Петрозаводск
2011

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 6, 2011. Серия ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, вып. 2

Главный редактор журнала
А. Ф. Титов

Редакционный совет

А. М. Асхабов, В. Т. Вдовицын, Т. Вихавайнен, А. В. Воронин, С. П. Гриппа, Э. В. Ивантер, А. С. Исаев, В. Т. Калинников, В. И. Крутов, А. М. Крышень (зам. главного редактора), Е. В. Кудряшова, В. В. Мазалов, Ф. П. Митрофанов, И. И. Муллонен, Н. Н. Немова, В. В. Окрепилов, О. Н. Пугачев, Ю. В. Савельев, Н. Н. Филатов, А. И. Шишкин, В. В. Щипцов, Ф. Н. Юдахин

Editor-in-Chief
A. F. Titov

Editorial Council

A. M. Askhabov, V. T. Vdovitsyn, T. Vihavainen, A. V. Voronin, S. P. Grippa, E. V. Ivanter, A. S. Isaev, V. T. Kalinnikov, V. I. Krutov, A. M. Kryshen' (Deputy Editor), E. V. Kudryashova, V. V. Mazalov, F. P. Mitrofanov, I. I. Mullonen, N. N. Nemova, V. V. Okrepilov, O. N. Pugachyov, Yu. V. Saveliev, N. N. Filatov, A. I. Shishkin, V. V. Shchiptsov, F. N. Yudakhin

Редакционная коллегия серии «Гуманитарные исследования»

А. В. Антощенко, И. Ю. Винокурова, А. С. Герд, Н. Г. Зайцева, О. П. Илюха (зам. отв. редактора), Н. А. Кораблев, С. И. Кочкуркина, Н. А. Криничная, Е. И. Маркова, И. И. Муллонен (отв. редактор), А. В. Пигин, Т. Хямюнен, Н. В. Чикина (отв. секретарь)

Editorial Board of the «Research in the Humanities» Series

A. V. Antoshchenko, I. Yu. Vinokurova, A. S. Gerd, N. G. Zaitseva, O. P. Ilyukha (Deputy Editor-in-Charge), N. A. Korablyov, S. I. Kochkurkina, N. A. Krinichnaya, E. I. Markova, I. I. Mullonen (Editor-in-Charge), A. V. Pigin, T. Hämynen, N. V. Chikina (Executive Secretary)

ISSN 1997-3217

Зав. редакцией Н. В. Михайлова
Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
тел. (8-8142)780109; (8-8142)769600
E-mail: trudy@krc.karelia.ru
Электронная полнотекстовая версия: http://transactions.krc.karelia.ru

---

© Карельский научный центр РАН, 2011

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 3–8

ГРАНИЦЫ В ЯЗЫКЕ И КУЛЬТУРЕ

УДК 39 (470.22)

К ВОПРОСУ О ДАТИРОВКЕ ПОГРЕБЕНИЙ С МОНЕТАМИ ПРИЛАДОЖСКИХ (ОЯТСКИХ) КУРГАНОВ*

С. И. Кочкуркина

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

При исследовании курганов на р. Ояти А. М. Линевским и В. И. Равдоникасом собрана коллекция восточных и западноевропейских монет (100), большая часть которых хранится в фондах Института ЯЛИ. Монеты с приклепанными ушками входили в состав ожерелий в качестве украшений, некоторые (с пробитыми отверстиями), возможно, нашивались на одежду. Часть монет обнаружена в кошельках или сумочках, сделанных из кожи, ткани, меха и т. д. Датировка 18 курганов (из 26), определенная по сопровождающему инвентарю, не противоречит найденным в них монетам. Не полностью согласуются датировки монет и инвентаря в четырех курганах, вообще не синхронны даты монет и погребений в стольких же курганах. Таким образом, решая вопрос о правомерности датировки погребений по монетам, следует учитывать, что наличие дирхемов нельзя безоговорочно использовать в качестве хронологического маркера, но в большинстве случаев они и западноевропейские монеты являются надежным временным определителем.

К л ю ч е в ы е с л о в а : курганы, погребения, сопровождающий инвентарь, монеты, датировки.

S. I. Kochkurkina. ISSUES OF DATING BURIALS CONTAINING COINS IN LADOGA AREA (OYAT') MOUNDS

During their surveys of tumuli on the Oyat' River, A. Linevsky and V. Ravdonikas gathered a collection of Eastern and West European coins (100), most of which are now stored at the Institute of Language, Literature and History of Karelian Research Centre. Coins with eyelets riverted onto them we used in necklaces, some (with perforated holes) were, presumably, sawn onto clothes. Part of the coins were found in purses or bags of leather, fabric, fur, etc. The age of 18 (out of 26) mounds determined by the grave goods does not contradict the coins found there. The datings of coins and grave goods do not fully agree for four mounds, and differ totally for another four. Thus, when considering applicability of burial dating by coins one should remember the presence of dirhams cannot be unconditionally used as the chronological marker, but together with West European coins they are in most cases a reliable time determiner.

K e y w o r d s : burial mounds, grave goods, coins, datings.

* Статья выполнена при финансовой поддержке Отделения историко-филологических наук РАН в рамках программы «Генезис и взаимодействие социальных, культурных и языковых общностей».

Вопрос о датировке погребений по находящимся в них монетам всегда интересовал исследователей: дискуссии, иногда весьма активные, то возникали с разной степенью интенсивности, то затихали. Довольно остро стоял вопрос о датировке кладов, о скорости появления западноевропейских монет на Руси и длительности их обращения [см. подробнее: Потин, 1993. С. 182 и далее]. Еще В. И. Равдоникас в качестве доказательства опасности датировки погребений по монетам приводил в пример погребение кургана из Алёховщины, в котором был саманидский дирхем и западноевропейская монета конца XI в. (об этом мы скажем ниже). В. М. Потин полагает, что как восточные, так и западные монеты «в период их активного поступления, по всей вероятности, могли достигать Руси всего за несколько лет» (с. 184). Что касается случая с курганом из Алёховщины, то, по мнению В. М. Потина, поскольку в XI в. поступление дирхемов на Русь прекратилось, то датировать памятники XI–XII вв. по восточным монетам надо «с большой осторожностью» [там же].

В погребениях монеты с приклепанными ушками использовались в составе ожерелий в качестве украшений. Монеты с отверстиями, полагают, могли нашиваться на одежду. У народов Поволжья, Кавказа, Сибири существовала традиция украшать национальный костюм монетами, имеющими хождение в течение нескольких столетий [Народы..., 1964. С. 617, 714, 717 и др.; Спасский, 1970. С. 7]. Использовались монеты и в качестве «обола мертвых» и таким образом дважды выступали в роли денег: в реальном и потустороннем мире [Потин, 1993. С. 200]. В погребениях зафиксированы случаи нахождения монет в кошельках.

Хорошим полигоном для анализа высказанных в научной литературе суждений являются погребения с монетами курганов р. Ояти – северного крыла приладожской курганной культуры. (Напомним, ареал приладожской курганной культуры на рубеже I–II тысячелетий включал юго-восточное Приладожье и район Прионежья с бассейнами рек Сяси, Тихвинки, Воронежки, Паши, Капши, Ояти, Свири, Олонки, Тулоксы, Видлицы и северное побережье Онежского озера.)

В фондах Института ЯЛИ хранятся материалы курганов, исследовавшихся А. М. Линевским, сопровождавшихся монетами (77 единиц + одна бронзовая монетовидная подвеска – подражание куфическому дирхему). Кроме того, четыре монеты в свое время были переданы им в Карельский государственный краеведческий музей. Коллекцию монет из оятских погребальных памятников дополняют находки из курганов, раскопанных В. И. Равдоникасом (18 единиц) [Кочкуркина, Линевский, 1985]. Таким образом, в целом коллекция насчитывает 100 монет: английских – 6; немецких – 51; чешских – 3; византийских – 1; восточных – 21; неопределенных 18 (Приложение).

Документированные определения западноевропейских монет принадлежат А. А. Марковой и В. М. Потину, некоторые уточнения – Т. В. Равдиной [1988], восточных – А. А. Быкову, неопределенных по состоянию на 2007 г. восточных монет и единственной византийской – В. С. Кулешову.

На таких обширных материалах (27 курганов) вполне реально поставить вопрос о возможности или невозможности датировки погребений по монетам, особенностям их использования (в качестве платежного средства или украшения, в ритуальных или иных целях и т. д.).

В составе ожерелий (в области шеи) найдены как восточные монеты (семь случаев), так и западноевропейские, а также одна византийская (четыре случая). Кроме одной с отверстием, остальные монеты имели приклепанные ушки. В девяти случаях (не во всех погребениях можно установить положение монет относительно умершего) монеты находились в кошельке или сумочке из кожи, ткани, меха и других материалов, причем некоторые из них были с пробитыми отверстиями.

Датировка 18 курганов, определенная по сопровождающему инвентарю, не противоречит найденным в них монетам. Это скандинавского происхождения фибулы, сердоликовые, стеклянные и бронзовые бусы, некоторые типы гривен и браслетов, односторонние гребни с орнаментированными накладками, изделия, изготовленные по технологии трехслойного пакета, мечи, наконечники копий, весы, лепная посуда.

Не полностью соответствуют датам монет погребальный инвентарь четырех курганов.

Шангеничи-лес-4. ***Восточные:*** Ирак, Васит, омейядский халиф Хишам, 123 г. х. (740/741) (приклепанное бронзовое ушко); Аббасиды, ал-Мамун, 205 г. х. (820/821) (три пробитых отверстия и остаток бронзового ушка). ***Немецкие*****:** Евер, Герман (1059–1086) (пять), обломки неопределенных монет (три).

В кургане располагались два трупоположения в грунтовой яме: мужское и женское, очаг на галечном основании и фрагмент гончарной керамики. Монеты с отверстиями находились, скорее всего, в ожерелье из золоченых

бочонкообразных бусин и одной пастовой уплощенной. Западноевропейские монеты и обломки неопределенных монет хранились в кожаном кошельке у пояса. Многочисленные бронзовые изделия датируются XI в. Присутствуют височные кольца с завитком на одном из концов.

Следовательно, ранние восточные монеты использовались в качестве украшений и на датировку погребений не влияют. Разница между последним годом чеканки западноевропейских и восточных монет составляет 265 лет.

Карлуха-12. ***«Варварское подражание» саманидскому дирхему*** Насра ибн Ахмада (914–943) (с ушком); две ***английские*** монеты (с ушками) Этельред II (978–1016); две ***немецкие*** монеты (с отверстиями), позднефрисландское подражание немецкому денарию, может быть, Генриха II (1002–1014).

Три трупоположения. Располагавшийся у центра на нуле скелет сопровождался спиралеконечной застежкой, секирообразным топором, бронзовым проволочным кольцом, складным орнаментированным гребнем, неорнаментированным горшком.

В могильной яме – два погребения. Погребение А: ожерелье из стеклянных бус, двух бубенчиков и трех монет (две – подражание немецкому денарию, одна английская), цепочки, бубенчик, в ногах – гончарный сосуд с линейным орнаментом. Погребение В – в области черепа полоска из бересты со следами ткани, бронзовая цепочка с двумя бубенчиками, проволочная застежка. На шее – ожерелье из бисера, стеклянных бус, сердоликовой и двух монет: дирхема и денария. Кроме того, на груди погребенной найдена спиралеконечная застежка, на левой руке – браслет. С левой стороны таза обнаружена группа вещей (две полые уточки, коническая подвеска, связанная льняной тесьмой, костяная гребенка и окислившаяся масса), завернутых вначале в толстую шерстяную ткань, а затем в два слоя бересты. В ногах располагался горшок с линейно-волнистым орнаментом [Кочкуркина, Линевский, 1985. С. 23–24].

Все погребения датируются XI в., что не противоречит датировкам западноевропейских монет, но противоречит дате дирхема. Разница между последним годом чеканки западноевропейских и восточных монет составляет 43 года.

Алёховщина-1. ***Восточная*** монета: Саманиды, аш-Шаш, Ахмад ибн Исмаил, 297 г. х. (909/910) (с бронзовым ушком); три ***немецкие:*** Саксония, Гальберштад, еп. Буркхард (1036–1059); Доккюм, Экберт II (1068–1090); Вестфалия, XI, на обороте кёльнская монограмма (по всей вероятности, все с ушками).

Зафиксированы трупосожжение и трупоположение. Кучка кальцинированных костей обнаружена в ямке. Среди них оплавленные куски синих стеклянных бус и бронзовый спиральный перстень. Трупоположение: два височных кольца, ожерелье из стеклянных бусин и четырех монет. На правой руке – бронзовое кольцо, с правой стороны таза – кучка бронзовых предметов: игольник, копоушка, подвески в виде зайчика и петушка, крестовидная и бутылкообразная подвески, односторонний с орнаментированными накладками гребень. Эти предметы были покрыты тканью и лежали, вероятно, в мешочке или кармане.

Погребение датируется XI в., что не противоречит датировкам западноевропейских монет, но противоречит дирхему. Разница между последним годом чеканки западноевропейских и восточных монет составляет 180 лет.

Шангеничи-лес-14. ***Немецкая:*** Кельн, Оттон I (936–962) (по В. Потину); ***византийская:*** Василий II и Константин VIII (976–1025 с обломком ушка; по Ф. Грирсону, класс II а (977–989).

Два трупоположения в могильной яме, одно в насыпи. Женское трупоположение содержало два кольца, византийскую монету (в области шеи), мелкий бисер, спиралеконечную застежку, спираль с конической пронизкой, пластинчатую подвеску-уточку, копоушку. В мужском трупоположении – половина денария (в области живота), железное поясное кольцо, овальное кресало, наконечник стрелы, два топора, три ножа и остатки кожаных ножен. В насыпи встречены фрагменты гончарной керамики [Кочкуркина, Линевский, 1985. С. 52–54].

Микроскопическое исследование ножа показало, что оно отковано из полосовой стали с разным содержанием и распределением углерода. Сварочные швы четкие. В конце кузнечных работ была проведена закалка.

Погребения не имеют выразительных вещей X – начала XI в., поэтому датировать погребение по монетам нет оснований.

В четырех курганах датировки погребений не синхронны датам чеканки монет.

Кяргино-Гарняки-2. ***Восточная*** монета: Аббасиды, ал-Муктадир, Харран 315 г. х. (927/928) (с пробитым отверстием). Могила повреждена. На дне ее сохранились следы берестяной подстилки и остатки черепа. Монета выявлена в области шеи. В свертке из ряда слоев шерстяной ткани, который был покрыт шкурой и затем обернут берестой, находились игольник с арочным щитком, две шумящие

конусовидные подвески. Кожаный мешочек оказался пустым. В ногах умершей находился гончарный сосуд.

Время чеканки монеты не совпадает с датировкой погребения по вещам XI–XII вв.

Кургино 2 (51). ***Восточная*** монета: Сев. Месопотамия. Укайлиды, ал-Маусил, Мутамид ад-даула, Кирваш 403 г. х. (1012/1013) (с ушком).

Насыпь разрушена траншеей и окопом. Трупоположение находилось в могильной яме: два проволочных височных кольца, шелковый воротник с вышитыми золотыми нитями грифонами и «древом жизни». Собраны голубые стеклянные бусины, застежка с гранчатыми головками, подвеска-баранчик с шестью колоколообразными привесками, игольник с ажурным щитком, монета. Сохранились остатки текстиля и меха.

Время чеканки монеты не совпадает с датировкой погребения по вещам XI–XII вв.

Шангеничи-село-3. ***Восточная*** монета: подражание саманидскому дирхему Насра ибн Ахмада (годы правления 914–943). Место чеканки Самарк[анд]; ***английская:*** Этельред II (997–1003), тип «длинный крест» (с припаянным ушком); ***немецкие:*** Утрехт, арх. Вильгельм (1054–1076); Леуварден, Экберт II (1068–1090); Ставерен, Экберт II (1068–1090) с отверстием; Доккюм, граф Экберт I (1057–1068); две монеты Доккюм, Бруно III (1038–1057); Эмден, граф Герман фон Кальвелаге (1020–1051) (обломок); пять монет Евер, граф Герман (1059–1086) или Ордульф (1059–1071); два обломка монет.

Трупоположение зафиксировано в могильной яме. На куске древесной коры, покрытом тканью, обнаружено четыре височных кольца, половина полой пластинчатой гривны, гривна так называемого глазовского типа, ожерелье из стеклянных бус, серебряной монетовидной привески с приклепанным ушком, двух монет с ушками (восточная и английская).

В свертке из бересты находились обрывки рыжей холстины и темного тонкого сукна. Внутренность свертка выложена мехом. В свертке были бронзовые вещи: равноконечный крестик с расширенными концами, пластинчатая коньковая подвеска, полая шумящая подвеска с подвешенными лапками, копоушка с орнаментом «волчий зуб», бубенчик, пронизка, пять конических подвесок, бляшка, цепочка из 13 звеньев (на одном конце кожаный узелок).

Несколько поодаль, видимо, в кошельке обнаружены 12 немецких монет и обломки двух неопределенных. В кошельке, кроме того, были якорьковидная подвеска с двумя подвешенными утиными лапками, два пластинчатых завязанных браслета с орнаментом «волчий зуб», два перстня с завязанными концами, орнаментированные так же, как и браслеты, два дротовых щитковых перстня, бронзовая застежка со свернутыми в трубочку концами, спиралеконечная маленькая застежка, два поясных кольца. Сохранились остатки тканей.

Все перечисленные вещи были перекрыты слоем песка мощностью 0,1 м, на котором обнаружена новая группа находок: сверток из трех кусков ткани и куска войлока, сумка белого цвета, холстина, поясок, войлок и т. д. Внутри находился горизонтальный трубчатый игольник с пятью подвешенными колокольчиками, цепь из пяти костыльков, полая уточка с подвешенными лапками, подвеска-ключ, конек смоленского типа, подвеска-«собачка», колокольчик с ушком.

На уровне материка найдена монета того же типа, что и в кошельке (по словам А. М. Линевского), две бронзовые проволочки, кольцо со скобой, гончарные сосуды, бронзовый котел с плоским дном [Кочкуркина, Линевский, 1985. С. 65–68].

Итак, комплексы вещей датируются XI – началом XII в., что противоречит дирхему. Разница между последним годом чеканки западноевропейских и восточной монеты составляет 147 лет.

Новинка-9. ***Немецкая*** монета: Оттон-Адельгейда (990–995).

Выявлено трупоположение в могильной яме: проволочное височное кольцо, стеклянные бусы, две птицевидные подвески, бубенчик, монета.

Погребение, не имеющее выразительных вещей X – начала XI в., датировано XI–XII вв., т. е. оно моложе монеты, по меньшей мере, на 100 лет.

Отсутствие датированных вещей в погребении Акулова Гора-9 не позволяет сравнить дату монеты и комплекса.

Следовательно, правы были те исследователи, которые полагали, что наличие дирхемов нельзя безоговорочно использовать в качестве датировки погребений, но в большинстве случаев монеты, в том числе и западноевропейские, являются надежным временным определителем. Однако подчеркнем, что археологический метод датирования по ведущим категориям предметов необходимо использовать в первую очередь. Что касается «обола мертвых», то в рассматриваемой группе курганов явных доказательств этому явлению не прослежено.

Литература

Кочкуркина С. И., Линевский А. М. Курганы летописной веси. Петрозаводск: Карелия, 1985. 223 с.

Народы европейской части СССР. Т. II. М.: Наука, 1964. 918 с.

Потин В. М. Монеты. Клады. Коллекции. СПб.: Искусство-СПб., 1993. 304 с.

Равдина Т. В. Погребения X–XI вв. с монетами на территории Древней Руси. Каталог. М.: Наука, 1988. 152 с.

Равдоникас В. И. Памятники эпохи возникновения феодализма в Карелии и в Юго-Восточном Приладожье // Известия Государственной Академии истории материальной культуры. № 94. М.; Л., 1934. 55 с.

Спасский И. Г. Русская монетная система. Л.: Аврора, 1970. 256 с.

Хомутова Л. С. Металлографическое исследование структуры железных вещей из курганов Юго-Восточного Приладожья // Кочкуркина С. И., Линевский А. М. Курганы летописной веси. Петрозаводск: Карелия, 1985. С. 207–217.

Приложение

Монеты из курганов р. Ояти

№	Курганы	**Английские монеты**	Кол-во
1	Шангеничи-село-3	Этельред II (997–1003), тип «длинный крест» с припаянным ушком	1
2	Шангеничи-село-8	Кнут Великий (1017–1023), тип «четырёхлистник» с пробитым отверстием	1
3	Акулова Гора-12	Денарий XI в.	1
4	Новинка-1	Лондон, Эдуард Исповедник (1042–1066) (КГКМ 1323/15)	1
5–6	Карлуха-12	Этельред II (978–1016) [Равдоникас, 1934]	2
Итого			6
		Немецкие монеты	
7	Новинка-9	Оттон-Адельгейда (990–995) (КГКМ 1323/14)	1
8–9	Карлуха-12	Позднефрисландское подражание немецкому денарию, м. б. Генриха II (1002–1014) [Равдоникас, 1934]	2
10	Шангеничи-село-3	Утрехт, арх. Вильгельм (1054–1076)	1
11		Леуварден, Экберт II (1068–1090)	1
12		Ставерен, Экберт II (1068–1090) с отверстием	1
13		Доккюм, граф Экберт I (1057–1068)	1
14–15		Доккюм, Бруно III (1038–1057)	2
16		Эмден, граф Герман фон Кальвелаге (1020–1051)	1
17–21		Евер, граф Герман (1059–1086) или Ордульф (1059–1071)	5
22–26	Шангеничи-лес-4	Евер, Герман (1059–1086)	5
27	Шангеничи-лес-14	Кельн, Оттон I (936–962, по Потину)	1
28	Шангеничи-лес-19	Утрехт, арх. Вильгельм (1054–1076)	1
29–31		Евер, герцог Ордульф (1059–1071)	3
32–33	Акулова Гора-12	Доккюм, граф Бруно III (1038–1057)	2
34		Леуварден, Экберт II (1068–1090)	1
35	Мергино-14	Евер, герцог Ордульф (1059–1071)	1
36–37		граф Герман (1059–1086) или Ордульф (1059–1071)	2
38	Гайгово-2	Эмден, Герман фон Кальвелаге (1020–1051)	1
39–40		Доккюм, Гаррелсвер (или Гронинген), Экберт II (1068–1090)	2
41–43	Гайгово-3	Евер, герцог Ордульф (1059–1071)	3
44		Гронинген, Генрих IV (1056–1105), Вильгельм де Понте	1
45		Эмден, граф Герман фон Кальвелаге (1020–1051)	1
46		Доккюм, Экберт II (1068–1090)	1
47		Гронинген, Экберт I (1057–1068)	1
48		Гаррелсвер, граф Герман (1059–1086)	1
49	Пелдуши	Ордульф или Герман (1059–1086)	1
50–51		Евер, герцог Ордульф (1059–1071)	2
52	Карлуха-2	Немецкий денарий (Равдоникас, 1934)	1
53	Новинка-4	Немецкий денарий (обломок) (КГКМ 1323/16)	1
54	Алеховщина-1	Саксония, Гальберштад, еп. Буркхард (1036–1059) [Равдоникас, 1934]	1
55		Доккюм, Экберт II (1068–1090) [Равдоникас, 1934]	1
56		Вестфалия, XI в., на обороте кёльнская монограмма	1
57	Кургино-5	Денарий чеканен в Кёльне (?) (на одной стороне изображен храм) [Равдоникас, 1934]	1
Итого			51
		Неопределенные	
58–59	Шангеничи-село-3	Обломки монет	2
60–62	Шангеничи-лес-4	Обломки монет	3
63–65	Шангеничи-лес-19	Обломки монет	3
66	Шангеничи-лес-28	Обломки монеты	1
67	Акулова Гора-11	Обломок	1
68–69	Акулова Гора-12	Обломки	2
70–71	Гайгово-3	Целая и обломки монеты	2
72	Гайгово-10	Монета	1
73	Гарняки-2	Обломок	1
74–75	Карлуха-2	Обломки двух монет	2
Итого			18

Окончание прил.

№	Курганы	**Византийская монета**	Кол-во
76	Шангеничи-лес-14	Василий II и Константин VIII (976–1025 с обломком ушка; по Ф. Грирсону, класс II a (977–989)	1
		Чешские монеты	
77	Гайгово-1	Болеслав I (935–967)	1
78		Междуцарствие (1003)	1
79		Чешская (точнее неопределима)	1
Итого			3
		Восточные монеты	
80	Шангеничи-село-3	Подражание саманидскому дирхему Насра ибн Ахмада (годы правления 914–943). Место чеканки Самарк[анд]	1
81	Шангеничи-лес-4	Ирак, Васит, омейядский халиф Хишам, 123 г. х. (740/741)	1
82		Аббасиды, ал-Мамун, 205 г. х. (820/821)	1
83	Нюбиничи-1	Саманиды, Наср ибн Ахмад, 304 г. х. (916/917). Место чеканки [аш-Ша]ш	1
84	Нюбиничи-2	Саманиды, Самарканд, Нух ибн Мансур, 369 г. х. (979/980)	1
85	Нюбиничи-10	Драхма Хосров II (годы правления 590–628)	1
86		Саманиды, Нух ибн Мансур, 375 г. х. (961–976)	1
87		Мансур ибн Нух, 387–389 г. х. (997/998–999/1000)	1
88–89		Подражание саманидскому дирхему	2
90		Саманиды, Наср ибн Ахмад, Самарканд, 306 г. х. (не упомянута ни в отчете, ни в книге)	1
91	Кяргино-Гарняки-2	Аббасиды, ал-Муктадир, Харран 315 г. х. (927/928)	1
92	Мергино 12 (110)	Монетовидная бронзовая подвеска. По размеру – подражание куфическому дирхему	
93	Кургино 2 (51)	Сев. Месопотамия. Укайлиды, ал-Маусил, Мутамид ад-даула, Кирваш 403 г. х. (1012/1013)	1
94	Акулова Гора-9	Самарканд, Мансур ибн Нух, 357 г. х. (967/968) (КГКМ 1323/17)	1
95	Никольское-2	Саманиды, Наср ибн Ахмад (годы правления 914–943) [Равдоникас, 1934]	1
96	Карлуха-7	Саманиды: Андераба, Абд ал-Малик ибн Нух, 347 г. х. (958/959)	1
97		Балх, Наср ибн Ахмад, 323 г. х. (934/935)	1
98		Хамданиды, Насибин, Насир ад-даула ал-Хасан и Сайф ад-даула Али (945–967, по Равдиной)	1
99	Карлуха-12	«Варварское подражание» саманидскому дирхему Насра ибн Ахмада (914–943)	1
100	Алёховщина-1	Саманиды, аш-Шаш, Ахмад ибн Исмаил, 297 г. х. (909/910)	1
Итого			20

Итого – 100: английских – 6; немецких – 51; чешских – 3; византийских – 1; восточных – 21; неопределенных – 18.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Кочкуркина Светлана Ивановна
зав. сектором археологии, д. и. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: babkin@karelia.ru
тел.: (8142) 781886

Kochkurkina, Svetlana
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: babkin@karelia.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 9–18

УДК 72.03 (470.22)

ВОСТОЧНО-ОБОНЕЖСКИЙ КОМПЛЕКС АРХИТЕКТУРНЫХ ТРАДИЦИЙ В ДЕРЕВЯННОМ ЗОДЧЕСТВЕ КАРЕЛИИ

И. Е. Гришина

НИИ историко-теоретических проблем народного зодчества
Петрозаводского государственного университета

Рассматривается распространение в границах Карелии трех элементов традиционного крестьянского жилища – столбовой конструкции двора-сарая в составе дома-комплекса, кронштейнов-модульонов и конструкции самцовой крыши с бесперерубным фронтоном. Ставится вопрос о путях проникновения указанных форм на территорию Карелии, о принадлежности их к единому восточно-обонежскому комплексу архитектурно-строительных традиций, о возможных истоках последнего. Выявляются зоны и результаты взаимодействия восточно-обонежского и западного, карельского, этноархитектурных комплексов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: деревянное зодчество, этноархитектурные традиции, жилище, дворы-сараи, крыши, декоративные детали, картографирование.

I. E. Grishina. EAST OBONEZHSKY COMPLEX OF ARCHITECTURAL TRADITIONS IN KARELIAN WOODEN ARCHITECTURE

The paper deals with the distribution of three elements of a common peasant dwelling in Karelia: 1) the pole-supported structure of a shed-yard as part of a dwelling-and-homestead complex; 2) modillion brackets; and 3) the structure of a gable roof with gables having no transverse supporting walls made of short logs. The ways of penetration of the above forms to Karelia, recognition of them as part of a common East Obonezhsky complex of architectural and building traditions, and a possible source of the complex are discussed. The zones of the East Obonezhsky and the western, Karelian, ethno-architectural complexes are delineated and the results of their interaction are assessed.

K e y w o r d s: wooden architecture, ethno-architectural traditions, peasant dwelling, shed-yard, gable roof, decorative details, mapping.

Важнейшим фактором, определяющим специфику народного деревянного зодчества Карелии, является ее этнокультурная неоднородность, сформированная в ходе расселения по территории края и последующего контактирования вепсского, карельского и разных групп славянского населения.

В целом этноархитектурная картина Карелии, базирующаяся на доступном для исследования массовом материале по традиционным постройкам конца XIX – первой трети XX в., совпадает с укрупненным делением республики по языковым данным на карельский запад и русский восток. Целый ряд типологических признаков отличает западную и восточную архитектурно-строительные традиции. Среди них наиболее показательны различия в элементах декоративного убранства жилища, конструктивных

решениях крыш и дворов-сараев в составе дома-комплекса.

Предпринятое нами картографирование указанных признаков с целью детализации их ареалов базируется на результатах натурных обследований деревянного зодчества Карелии и сопредельных районов Ленинградской, Архангельской и Вологодской областей в 1979–2009 гг. (с 1987 г. – с участием автора). Картографируемый материал распределен по исследуемой территории неравномерно. Менее всего он представлен в северной части Карелии, что связано с ускоренным развитием жилища в Поморье, где традиционные решения достаточно рано вышли из употребления, и с практически полной утратой зодчества северных карелов, известного лишь по немногим иконографическим источникам. По этой причине выводы по северной Карелии по отношению к южной части края являются в значительной степени гипотетическими.

Для картографического анализа материала использован метод построения круговых диаграмм, характеризующих процентное соотношение исследуемых признаков в границах волости (по волостному делению начала XX в.) – достаточно мелкой территориальной единицы, как правило, соответствующей исторически сложившимся локальным общностям, а значит, и локальным культурным традициям. Учет количественных характеристик территориального распределения признаков отвечает ключевому положению этноархитектуроведения о том, что эволюционные преобразования, так же как и изменения при переходе от одной историко-архитектурной зоны к другой, проявляются в народном деревянном зодчестве не в сплошной замене одних форм другими, а в постепенном изменении соотношения различных сосуществующих форм [Орфинский, 1975].

* * *

В комплексе декоративного убранства крестьянского жилища Карелии кронштейны – резные консольные выпуски бревен, поддерживающие вынос крыши над главным фасадом, – принадлежат к относительно ранним деталям, сопоставимым по возрасту с другими традиционными элементами «верхов» дома – коньками-охлупнями, курицами, потоками. Известно, что многие детали архитектурного декора в народном деревянном зодчестве изготовлялись серийно на продажу в широкой округе (например, причелины или наличники). Но подкрышные кронштейны относятся к архитектурно-декоративным деталям, которые выполнялись во время рубки стен строителями дома, поэтому в большинстве случаев кронштейны могут служить исключительно точным маркером местной традиции.

До настоящего времени степень сохранности резных кронштейнов в южной Карелии по сравнению с другими декоративными деталями остается самой высокой, что позволило составить базу для их картографирования, включающую 1738 деталей. Для картографирования были выбраны две характерные группы кронштейнов, которые объединяют абсолютно преобладающие в Карелии типы этих деталей. Одна из групп включила кронштейны с рельефной геометрически правильной резьбой с закономерным ритмом в расположении составляющих ее элементов различной формы (с так называемой мелкой порезкой), вторая – три типа деталей с объемной резьбой, представляющей какой-либо один крупный декоративный мотив, доминирующий в общей композиции (рис. 1).

Результаты картографирования показали, что кронштейны обеих групп соседствуют в сопоставимых пропорциях на всей исследуемой территории. Аномальным в этом плане выглядит только крайний юго-восток Карелии (Пудожский район), где невелика доля мелкой порезки кронштейнов, а среди их объемной резьбы господствует кронштейн-модульон – деталь с ведущим декоративным мотивом валика, расположенного на конце консоли, в общих чертах напоминающая известный элемент классицистической архитектуры. Судя по карте, деталь распространяется из Пудожья в северо-западном направлении, составляя меньшую, но заметную долю среди других типов кронштейнов в Заонежье, северо-восточном и западном Прионежье, Сегозерье, чуть меньше – на обрусевших территориях северного Прионежья, у пряжинских карелов и в Выгозерье.

В целом ареалы кронштейнов-модульонов совпадают с ареалами особого конструктивного устройства дворов-сараев в составе домов-комплексов (рис. 2). В Карелии способ опирания верхнего уровня двора-сарая на нижний отличает дома-комплексы ливвиков, людиков и собственно карелов («сарай на срубе») от домов русского населения и северных людиков («сарай на столбах» полностью по периметру или в пределах озадка и даже только задней стены). Такой, казалось бы, второстепенный признак обладает устойчивой приуроченностью к определенным этническим ареалам, в силу того что он связан с разными принципами формирования домов-комплексов, относящимися к периоду их появления в XVII–XVIII вв., и отражает особенности этого процесса в русской и карельской среде [Орфинский, Гришина, 2001].

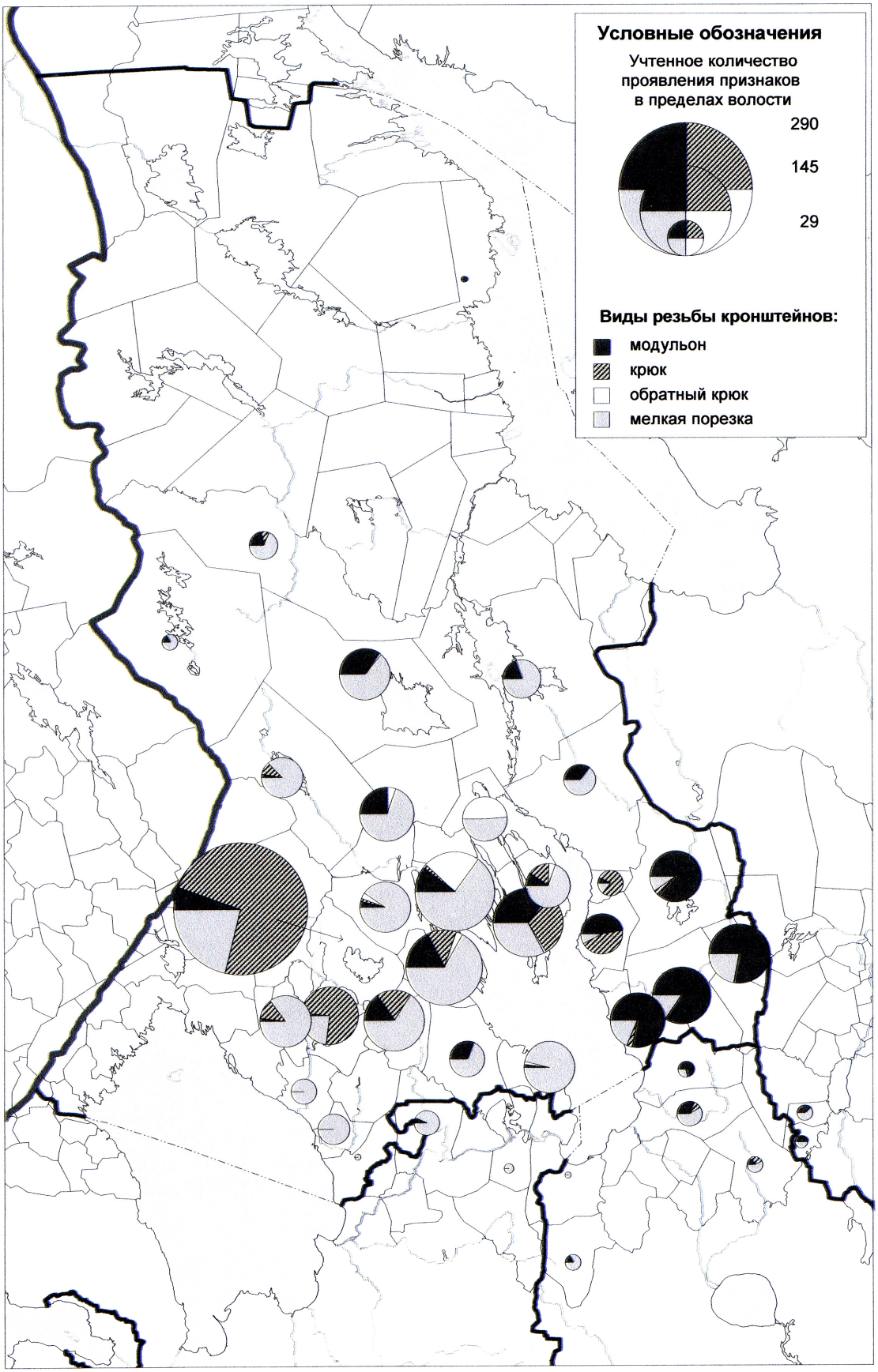


Рис. 1. Виды резьбы кронштейнов на территории Карелии: соотношение мотивов объемной резьбы и мелкой рельефной порезки

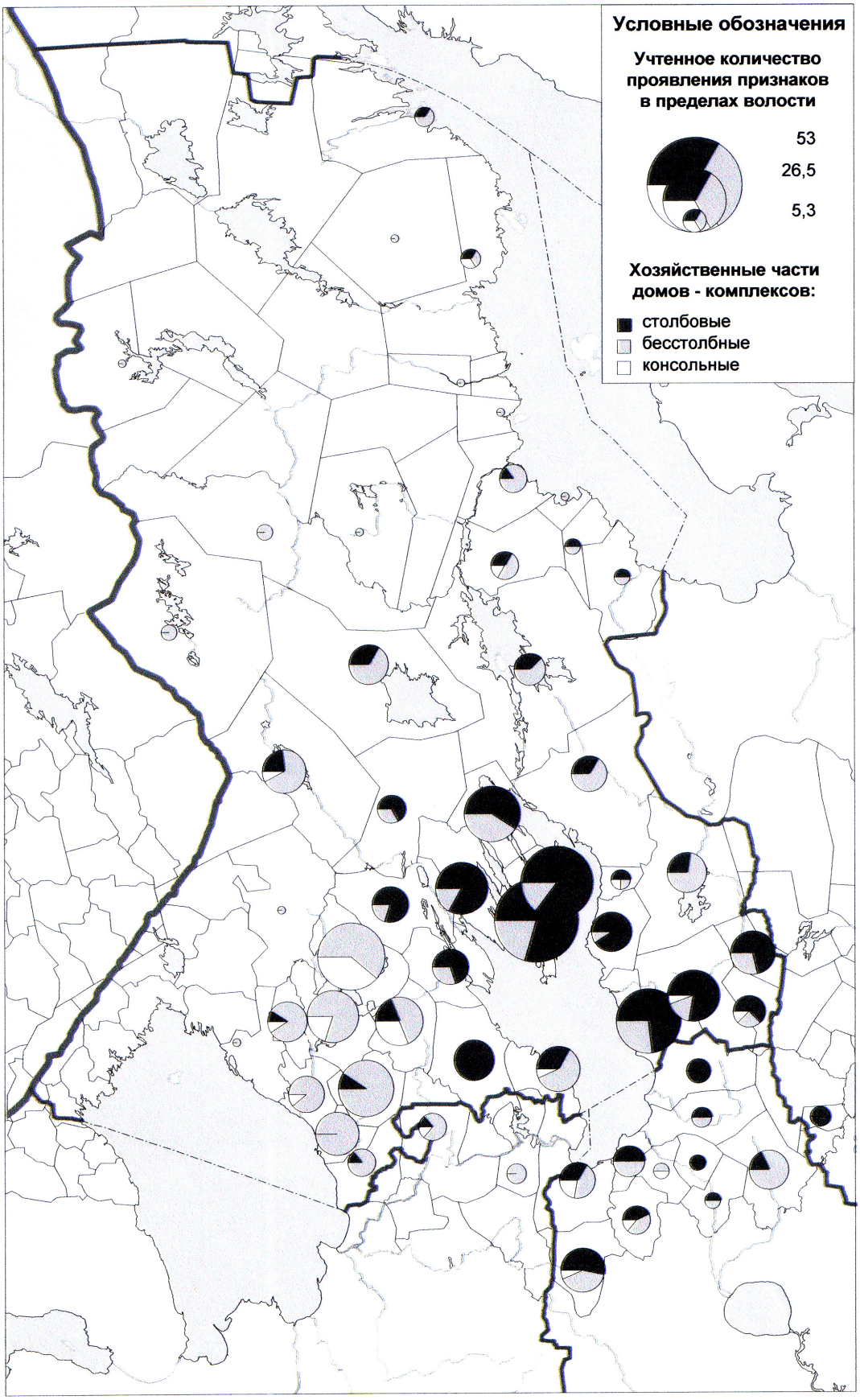


Рис. 2. Варианты конструктивных решений хозяйственных частей домов-комплексов на территории Карелии

Детальное картографирование конструктивных решений дворов-сараев (база исследования – 649 построек) показывает, что столбовые решения двора-сарая действительно доминируют в Пудожье, Заонежье, у северных людиков, в бывшей Ладвинской волости. Но существенная доля столбовых озадков фиксируется и на собственно карельских территориях – в верховьях реки Суны и в Сегозерье. Что касается района Суны, то продвижение «языковой людизации» вверх по ее течению отмечал в свое время Д. В. Бубрих, сравнивая диалектные записи начала и середины XX в. [Бубрих, 1947]. По-видимому, вместе с языковой, а, похоже, и опережая ее, продвигалась вверх по течению и архитектурно-строительная «людизация» собственно карелов. Сегозерье же, как свидетельствуют комплексные историко-культурные исследования, испытывало значительное влияние Заонежья [Деревня Юккогуба, 2001], на что также указывает и рассматриваемый нами признак.

Севернее Пудожья, в восточной части Карелии, включая Водлозерье, Онежско-Беломорский водораздел и Поморье, сохраняется примерно такое же, как и в Сегозерье, соотношение между двумя различными конструкциями двора-сарая: столбовые решения уступают бесстолбным, но составляют от четверти до трети в суммарном количестве зафиксированных примеров. Лишь на юге Поморья столбовая конструкция уравнивается по процентному соотношению с бесстолбной.

По признаку конструктивного решения дворов-сараев русско-поморская строительная культура может расцениваться как интегрированная русско-карельская. Как показало натурное обследование Поморья в 2004–2006 гг., сосуществование разных конструктивных вариантов двора-сарая наблюдается только в русских деревнях, а в карельских Нильмогубе, Нильмозере, Соностров и Боярской все сохранившиеся хозяйственные части домов-комплексов представлены обычным и для других карельских территорий конструктивным вариантом «сарая на срубе» с пристроенными хлевами [Орфинский и др., 2007]. Если ориентироваться на этнодифференцирующий характер рассматриваемых признаков, то можно говорить о достаточной интенсивности русско-карельских контактов в период значительно более ранний, чем рубеж XIX–XX вв., когда осуществлялось последнее относительно массовое переселение карелов в отдельные деревни северного Поморья.

Столь же неоднородным и даже более пестрым по признаку конструктивного решения дворов-сараев выглядит южное Обонежье. Таким образом, пудожская зона преобладания «сараев на столбах» представляется своеобразным коридором продвижения этого приема на территорию Карелии, направленного из Пудожа на северо-запад – в Заонежье и далее растворяющегося в карельских землях. Ситуация за юго-восточными границами современной Карелии подтверждает это предположение. Здесь в ряде бывших волостей Каргопольского и Вытегорского уездов распространение столбового решения двора-сарая достигает 100 процентов, а общая картина нарушается только за счет водораздельных поселений, расположенных на небольших притоках в верховьях реки Кемы (исаевские вепсы, Окштамский куст деревень).

По характеру картографирования пути проникновения «сараев на столбах» можно связать с направлением верхневолжской колонизации, которое на подступах к Пудожью разделялось, огибая Андомскую возвышенность с северо-востока по системе древних водно-волоковых путей и с запада вдоль берега Онежского озера. По-видимому, по Онежскому озеру и Свири новое архитектурное решение продвинулось и в западное Прионежье, где более всего проявилось в бывшей Ладвинской волости.

В тех же направлениях распространялись в Карелии и описанные выше кронштейны-модульоны: их наибольшая концентрация отмечается в зонах, где преобладают или составляют заметную долю «сараи на столбах». Это позволяет отнести оба явления к единому комплексу архитектурно-строительных традиций. Их движение по территории края свидетельствует о выраженном интересе карельских крестьян к заимствованию русских решений. Заметим только, что ареал кронштейнов-модульонов, проникающих на карельские земли, в северном направлении выходит за границы ареала «сараев на столбах». В единичных примерах модульоны в обработке кронштейнов появляются даже в Аконлахти, Минозере, Хайколе. В данном случае это объяснимо: домовой декор – явление более молодое, а значит, и более изменчивое, чем решения частей построек, не считающихся престижными, но обладающих длительной укорененностью в традиции, тем более – связанных с этнической культурой по своему происхождению.

Третьим признаком, который отнесен нами к наиболее показательным для характеристики этноархитектурных традиций востока и запада Карелии, является конструктивное решение самцовой крыши (база картографирования – 728 построек). Конструкция такой крыши

хорошо читается на фасадах здания – на его бревенчатых фронтонах, которые представлены двумя большими группами – фронтонами без перерубов (с креплением бревен за счет нагелей и часто врубленных слег) и с перерубами (поперечными бревенчатыми стенками). Принимая во внимание, что конструкции жилой и хозяйственной части домов-комплексов эволюционируют несинхронно, для получения стадиально однородного среза по территории в состав базы для картографирования были включены только фронтоны лицевого фасада жилища.

Результаты картографирования не только подтвердили натурные наблюдения о распространении фронтонов без перерубов в восточной и с перерубами – в западной части Карелии, но и выявили варианты последнего решения, имеющие определенную локализацию (рис. 3). Судя по карте, бесперерубные фронтоны действительно характерны для восточной, русской, части края. Их ареалы и процентное представительство хорошо корреспондируются с аналогичными показателями рассмотренных выше «сараев на столбах» и кронштейнов-модульонов в восточном Обонежье, Заонежье, Поморье.

Несколько неожиданным в этом отношении оказался стопроцентный показатель бесперерубных фронтонов у прионежских вепсов, поскольку кронштейны-модульоны у них встречаются как исключение, а «сараи на столбах» представлены только третьей частью от всех зафиксированных построек. Также обращает на себя внимание и бóльшая однородность по этому признаку всего южного Обонежья. Последнее может свидетельствовать о том, что данная конструктивная система крыш на этой территории была более древней, чем столбовые дворы-сараи и кронштейны-модульоны, а скорее всего – когда-то общей для южного Обонежья и земель, лежащих к югу от него. Отсюда понятнее становится безальтернативное применение бесперерубных фронтонов в жилище вепсов Прионежья, по-видимому связанное с отмеченными по этнографическим данным длительно поддерживавшимися контактами северных со средними и южными вепсами [Винокурова, 2001].

Вторая территория, где в определенном противоречии находятся показатели рассматриваемых индикаторов восточно-обонежской архитектурной традиции, – это ареал собственно карелов (исключая Сегозерье). С одной стороны, в достаточно высокой степени распространения здесь бесперерубных фронтонов усматриваются культурные связи русско-поморского и материкового карельского населения. С другой стороны, что особенно показательно в волостях, расположенных вдоль современной границы с Финляндией, проявляются черты общности с архитектурой традиционного финского жилища, для крыш которого были обычны фронтоны без перерубов [Колехмайнен, 1998]. В этой ситуации указать на различия и сферы влияния однотипных финских и поморских крыш в собственно карельском ареале возможно только при их детальном дальнейшем изучении совместно с другими конструктивными особенностями традиционных построек.

Фронтоны с двумя перерубами, скорее всего, производны от бесперерубных. Они характерны для территорий распространения последних и появляются в южном Обонежье, Заонежье и Пудожье в связи с устройством на чердаке жилого помещения (светёлки), хотя в карельских ареалах два переруба на фронтоне нередко только имитируют присутствие чердачной комнаты.

В совокупности крыши с бесперерубными и двухперерубными фронтонами преобладают в Карелии. Однако им противостоит альтернативное решение, происходящее, судя по карте, из ареала ливвиков, где безусловно доминирует. Его самый распространенный вариант представляет самцовую крышу, имеющую кроме слег, связывающих фронтоны, еще и бревенчатые подслеговые связи в комплексе с тремя фронтонными перерубами – коньковым и двумя фланкирующими. У тех же ливвиков помимо трехперерубного представлен редкий вариант пятиперерубного фронтона, а у них же и на западе собственно карельского ареала – фронтон только с одним, коньковым, перерубом.

Есть все основания связать такие решения со строительной деятельностью карельского населения и условно назвать их старокарельскими [Гришина, Ляпля, 2007]. Косвенно это подтверждается совпадением ареала пятиперерубных фронтонов, которые можно рассматривать как своеобразную гипертрофию основного варианта, с территорией, служившей древнейшими «воротами» карельского заселения Ладожско-Онежского межозерья. По сведениям А. Ю. Жукова, именно в Тулмозерском, Видлицком и Коткозерском погостах (заметим, что только в зоне влияния этих поселений встречаются пятиперерубные фронтоны) в первую очередь оседали переселенцы из северо-западного Приладожья, что было весьма заметно уже к началу XV в. [Жуков, 2008].

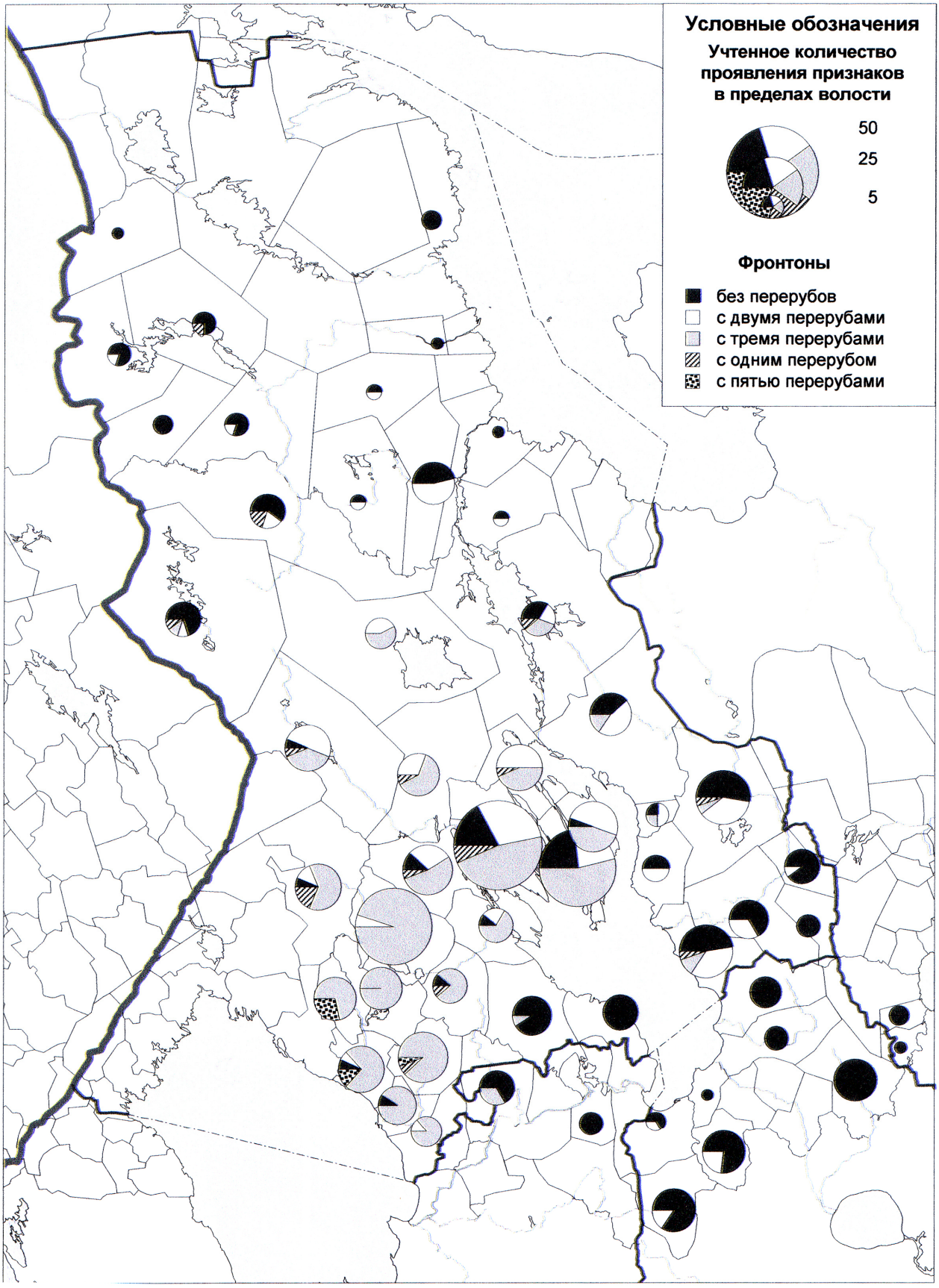


Рис. 3. Варианты конструктивных решений фронтонов жилой части дома на территории Карелии

Крыши с тремя конструктивными перерубами существенно потеснили восточно-обонежский тип покрытия в жилище Карелии. Известным карельским присутствием в Заонежье, а также поздними карельскими влияниями на заонежское зодчество со стороны ливвиков [Гришина, 1998] можно объяснить заметную долю трехперерубных фронтонов в Заонежье. Примечательно, что, судя по иконографическим источникам, в наиболее старых заонежских домах фронтоны не имели перерубов, что позволяет говорить о трехперерубных фронтонах как об относительно позднем явлении в Заонежье.

Трехперерубные фронтоны значительную долю составляют также у северных людиков, в Сегозерье и у собственно карелов в верховьях Суны. Решение с тремя перерубами проникает и в восточную часть Карелии: в Пудожье в этом, по-видимому, обнаруживаются связи с Заонежьем, на Онежско-Беломорском водоразделе – сказывается соседство с Сегозерьем и тем же Заонежьем.

Время и степень синхронности продвижения в Карелию трех рассмотренных комплексов этноархитектурных признаков должны служить предметом дополнительных самостоятельных исследований. Можно с уверенностью сказать только, что в более раннее время соотношения между «западными» и «восточными» архитектурно-строительными традициями на каждой локальной территории и их общие ареалы были другими. Примером сложности данной проблемы могут служить наши детальные исследования на Кенозере. Здесь, несмотря на соседство с Пудожьем, «сараи на срубе» и «сараи на столбах» в составе домов-комплексов находятся в соотношении 62 и 38 %, подобно Водлозерью, Выгозерью и Сегозерью. Но при этом зафиксировано, что на историческом отрезке, к которому принадлежат обследованные кенозерские дома, более ранним решением является столбовая конструкция двора-сарая. (Это подтверждается также описанием и чертежами дома Баженова 1820-х гг. в деревне Вершинино, сделанными в 1927 г. М. А. Ильиным [1928].) Старинное решение со столбами в обозримой ретроспекции заменяется «сараями на срубе». Такая замена свидетельствует о недостаточной укоренённости столбовой конструкции в местной строительной культуре и о возможности того, что столбовая конструкция в определенный период времени вытеснила в Кенозерье ранее бытовавшие «сараи на срубе», которые затем вновь расширили свое присутствие в субрегионе (подобные элементы цикличности известны в развитии деревянного зодчества Русского Севера [Орфинский, Гришина, 1999]). Вместе с тем среди всех датированных подписями кенозерских кронштейнов модульоны, сопутствующие, как показано на примере Карелии, «сараям на столбах», представляются на Кенозере достаточно поздними деталями, датировки на них относятся к 1920–1930-м гг., тогда как другие типы кронштейнов имеют более широкий интервал датировок, начинающийся с 1860-х гг.

Взаимодействие восточно-обонежского этноархитектурного комплекса традиций с западным, карельским, порождает на территории Карелии не только постепенные качественные, подобные описанным кенозерским, изменения ареалов, но и появление новых интегральных, или компромиссных, форм. Как правило, такие формы равномерно распределяются в зоне этноархитектурного контактирования. Примером может служить появление кронштейна с мотивом «валик в выкружке». Такой мотив главным образом появляется там, где сосуществуют кронштейн-модульон, акцентированный крупным валиком, и известный с конца XVII в., общий для южной Карелии и сопредельных юго-восточных земель мотив мелкой порезки кронштейнов с чередованием мелких валиков и треугольных зубцов (рис. 4). Еще один пример – консольный озадок двора-сарая (консольное вывешивание задней стены сарая над стеной двора). Судя по карте (см. рис. 1), такие решения в небольшом количестве появляются везде, где соседствуют «сараи на столбах» и «сараи на срубе».

Особый интерес вызывают островные ареалы доминирования интегральных архитектурных форм. Применительно к кронштейнам с мотивом «валик в выкружке» таким ареалом является территория расселения прионежских вепсов (см. рис. 4). Уникальным в отношении продуктивности архитектурных новаций выглядит Сямозерье. Здесь консольные озадки двора-сарая полностью вытеснили стимулировавшую их появление столбовую конструкцию двора-сарая и почти уравнялись по процентному соотношению с бесстолбными «сараями на срубе» (см. рис. 1). Сходным образом проявили себя в Сямозерье и кронштейны-модульоны, которые стали импульсом для формирования здесь кронштейнов с обработкой в виде крюка. Известный в собственно карельском ареале в единичных примерах мотив крюка получил в Сямозерье необычайное пластическое совершенство и стал ведущим в декоративной обработке кронштейнов (см. рис. 2).

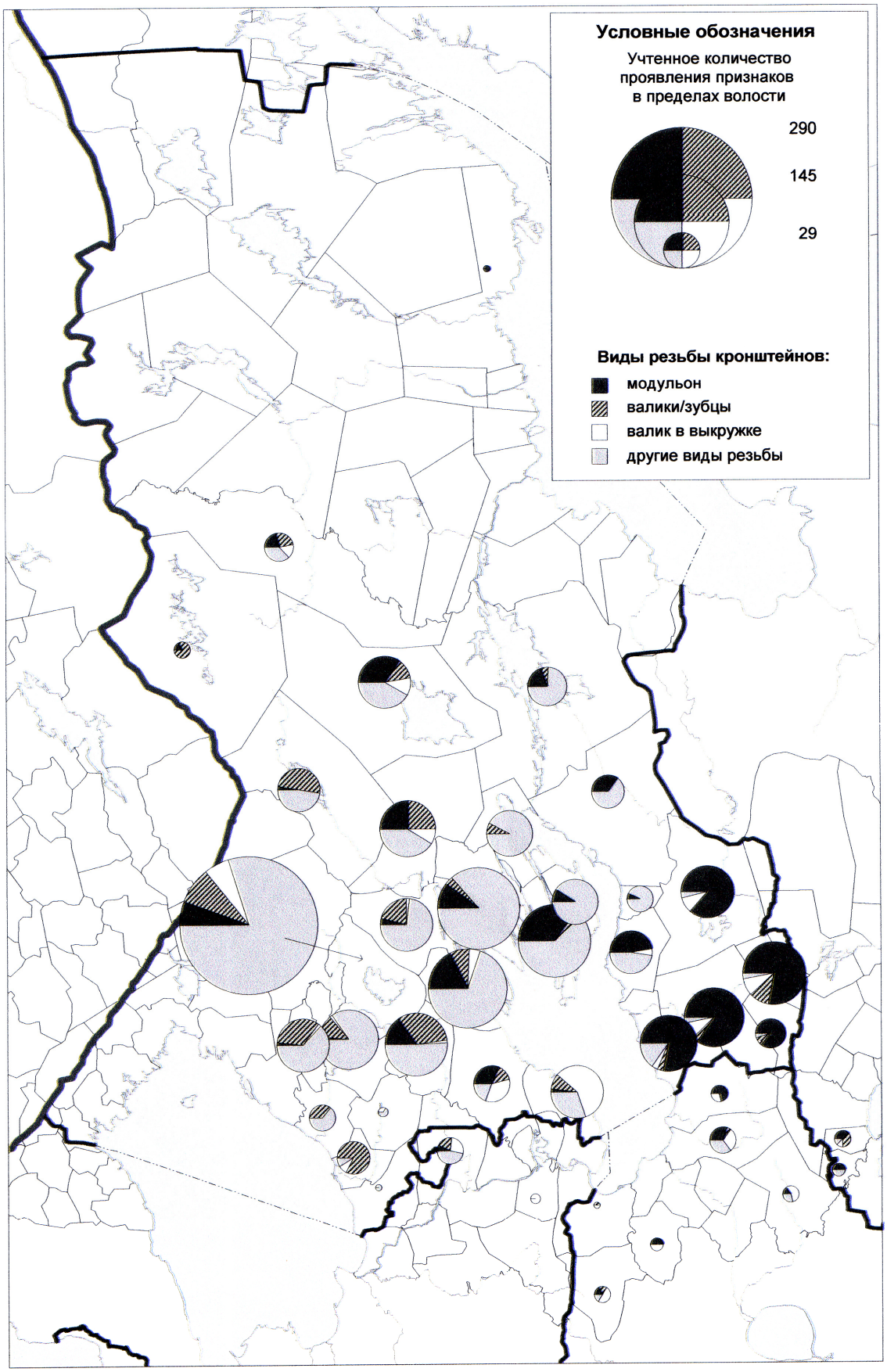


Рис. 4. Виды резьбы кронштейнов на территории Карелии: мотив резьбы «валик в выкружке» и его соотношение с исходными мотивами модульона и валиков/зубцов

Следует отметить, что представленная в статье тема требует дальнейшего развития в отношении способов представления картографируемой информации, расширения границ исследования за пределы Карелии, подключения более широкого перечня архитектурно-типологических признаков. Перспективными для картографирования и в целом территориально соответствующими восточно-обонежскому этноархитектурному комплексу в Карелии представляются стеновые дымоволоки черных бань, южно-восточно-русская планировка бань и риг, северно-среднерусская постановка печи в избе, дворовых (черных) сеней в домах-комплексах.

Автор выражает глубокую признательность Е. В. Ляпля за помощь в оформлении карт.

Литература

Бубрих Д. В. Происхождение карельского народа. Петрозаводск, 1947.

Винокурова И. Ю. Прионежье: этническая история ареала // Очерки исторической географии: Северо-запад России: Славяне и финны / Ред. А. С. Герд, Г. С. Лебедев. СПб.: СПбГУ, 2001. С. 310–324.

Гришина И. Е. Резные кронштейны в деревянном зодчестве южной Карелии: вопросы генезиса и этнических особенностей // Народное зодчество. Петрозаводск: ПетрГУ, 1998. С. 115–129.

Гришина И. Е., Лялля Е. В. Научный потенциал массовых обследований архитектурного наследия // Народное зодчество. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. С. 487–506.

Деревня Юккогуба и ее округа / И. Е. Гришина, П. М. Зайков, В. П. Ершов и др. Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 432 с.

Жуков А. Ю. Сямозерье в XIV–XVII веках // История и культура Сямозерья. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. С. 41–106.

Ильин М. А. Крестьянская изба Кенозера // Институт археологии и искусствознания. Труды секции археологии. IV. М.: РАНИОН, 1928. С. 241–256.

Колехмайнен А. Традиционное деревянное жилище Финляндии и его вероятная эволюция // Народное зодчество. Петрозаводск: ПетрГУ, 1998. С. 167–171.

Орфинский В. П. Деревянное зодчество Карелии. Генезис, эволюция, национальные особенности: Дис. … докт. архитектуры. М., 1975.

Орфинский В. П., Гришина И. Е. Элементы цикличности в развитии народного деревянного зодчества // Народное зодчество. Петрозаводск: ПетрГУ, 1999. С. 23–37.

Орфинский В. П., Гришина И. Е. Генезис домадвора в крестьянском зодчестве Карелии // Архитектурное наследство. № 44. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 63–80.

Орфинский В. П., Гришина И. Е., Борисов А. Ю. и др. Зодчество Карельского Поморья: незабытое наследие // Комплексные гуманитарные исследования в бассейне Белого моря. Петрозаводск: Острова, 2007. С. 152–173.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Гришина Ирина Евгеньевна
зам. директора НИИ историко-теоретических проблем народного зодчества
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: niinaz@karelia.ru
тел.: (8142) 719638, 767093; 8-921-4553523

Grishina, Irina
Petrozavodsk State University
33 Lenin Av., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: niinaz@karelia.ru
tel.: (8142) 719638, 767093; 8-921-4553523

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 19–28

УДК 75.046 «17/18» (470.22)

РОЛЬ НАРОДНОЙ РЕЛИГИОЗНОЙ КУЛЬТУРЫ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТНОГО РЯДА ИКОНОСТАСОВ В ХРАМАХ КАРЕЛИИ XVII–XVIII ВЕКОВ

В. Г. Платонов

Музей изобразительных искусств Республики Карелия

На основе анализа данных писцовой книги 1628/1629 г. по Обонежью, архивных и музейных фондовых материалов прослеживаются процессы становления и эволюции местного ряда в иконостасах храмов Обонежья и Западного Поморья на протяжении XVII–XVIII вв. Особое внимание уделяется вопросам отражения в иконографии местного ряда особенностей народного православия, почитания в крестьянской среде святых – покровителей домашнего хозяйства и скота, а также появлению и постепенному распространению в иконостасах образов северных святых – основателей монастырей.

Ключевые слова: Обонежье, Западное Поморье, культовая архитектура, церковь, часовня, иконостас, местный ряд, иконография, народное православие, наиболее популярные и северные святые.

V. G. Platonov. AN INFLUENCE OF THE FOLK RELIGIOUS CULTURE ON FORMATION OF THE LOCAL TIER IN ICONOSTASES OF KARELIAN TEMPLES DURING THE 17th–18th CENTURIES

On the basis of investigation of the historical sources such as «Pistsovaya kniga Obonezhskih pogostov 1628/1629», materials in archives and museum depositories, the author traces the process of formation and evolution of the iconostasis «local» tier in the temples of the Obonezhje and the Western Pomorje historical regions during the 17th–18th centuries. Special attention has been paid to reflection of peculiarities of the folk Orthodox religion in adoration of the saints who were protectors of the peasant household and cattle, as well as to appearance and spreading of icons representing the founders of nothern monasteries.

Key words: Obonezhje, Western Pomorje, wooden church, chapel, iconostasis, local tier, iconography, folk Orthodoxy, the most popular and northern saints.

Настоящая работа посвящена исследованию нижнего, так называемого «местного» ряда в иконостасах церквей и часовен Карелии – обширной территории, которая в древности включала земли Обонежья и Западного Поморья. При написании работы мы использовали данные писцовой книги по Обонежью 1628–1629 гг. Н. Панина и И. Долгорукова, архивные материалы XVIII–XIX вв., отчеты научных экспедиций музеев по обследованию территории Карелии и вывозу произведений древнерусского искусства, а также фонды икон Государ-

ственного Русского музея, Музея изобразительных искусств Республики Карелия и музея-заповедника «Кижи».

В старинных описях убранства храмов иконы нижнего яруса часто обозначали как стоящие «на поклоне», а счет рядов собственно иконостаса начинали со следующего ряда. По мнению исследователей, состав местного ряда оформился более или менее четко только в XVII в. Е. Е. Голубинский связывал это с постановлением Собора 1667 г., регламентирующим размещение икон [Ильин, 1966. С. 87].

В современных храмах справа от царских врат обычно располагается икона Спасителя, а слева – икона Богоматери с Младенцем Христом, что связано с поклонением этим иконам и их каждением во время церковных служб [Православное богослужение, 2009. С. 31, 49, 54, 62, 76, 104, 147 и др.]. На втором месте справа от царских врат размещается храмовый образ церкви. В левой и правой частях иконостаса устраиваются двери в жертвенник и диаконник. Подобное расположение основных икон местного ряда было закреплено в храмах центральной России во второй половине XVII – XVIII в., а на Севере – зачастую только в XIX в.

Местные ряды в иконостасах древнерусских храмов в XIV–XVI вв.

Как выяснили исследователи истории древнерусского иконостаса, до конца XIV – начала XV в. в храмах существовали невысокие алтарные преграды с парапетом, четырьмя колонками и архитравом [Шалина, 2000. С. 52]. Их устройство имело несколько вариантов. Сквозные интерколумнии алтарных преград могли завешиваться тканями; перед ними, вероятно, стояли и отдельные большие иконы в напольных киотах [Ильин, 1966. С. 87].

С изменением богослужебной практики на рубеже XIV–XV вв. (переходом на иерусалимский устав совершения церковных служб) изменился и иконостас, постепенно развившись до многоярусной композиции [Бетин, 1970. С. 55]. В этот период стали возводить глухие стенки между кафоликоном и алтарем с проемами для царских врат и входа в жертвенник. Такой иконостас зрительно изолировал алтарь от молящихся в храме. Стенка, отделяющая алтарь, могла украшаться завесами с изображениями (например, херувимов), а также фресковыми циклами с фигурами преподобных. Плоскость алтарной стенки постепенно перекрывалась иконами. Подобная стенка была сооружена во многих храмах XV–XVI вв. [Толстая, 1985. С. 102–103], в том числе и в каменном Преображенском соборе Соловецкого монастыря [Мельник, 1996. С. 75]. По своему сюжетному составу местные ряды долго не имели единообразия. Обязательными были лишь царские врата, храмовый образ, икона Богоматери с младенцем (чаще в типе Одигитрии). Они располагались по сторонам от царских врат. В монастырских храмах встречались иконы основателей монастырей. Всегда находящийся в поздних иконостасах образ Спаса Вседержителя далеко не сразу стал обязательным. Например, в иконостасе Успенского собора Московского Кремля икона «Спас на престоле» появилась только в XVII в. [Качалова, 1976. С. 107].

Сведений о ранних иконостасах в деревянных храмах, во множестве строившихся на Руси с глубокой древности, сохранилось очень мало. Они также, вероятно, имели глухую бревенчатую стенку между кафоликоном и алтарем, с проемами для входа в алтарь и жертвенник. В более поздних по времени постройки деревянных храмах Русского Севера глухая алтарная стена (или ее фрагменты) отсутствует, а алтарный проем, на всю свою ширину открытый в помещение для молящихся, перекрывается иконостасом.

Состав местного ряда иконостасов Обонежья в первой трети XVII в.

В писцовых книгах по Обонежью 1628–1629 гг. Н. Панина и И. Долгорукова дается описание состава иконостасов в более чем 70 церквах и их приделах. Анализ этих описаний показывает, что в первой трети XVII в. в местные ряды многих храмов Обонежья входили, как правило, немногочисленные иконы, которые не занимали целиком пространство восточной стены основного помещения храма. При этом особенно привлекают внимание те иконостасы, в которых справа и слева от царских врат иконы располагались несимметрично. В писцовой книге упоминаются несколько иконостасов, где отдельные иконы нижнего ряда стояли в киотах, причем это исключительно иконы Богоматери с младенцем и изображения, резные или живописные, св. Николая. Трудно сказать, были ли это иконы, стоявшие перед иконостасом в напольных киотах, но они явно выделялись особым почитанием.

Обратимся к сюжетному репертуару местных рядов иконостасов Обонежья первой трети XVII в. Обязательным, за редчайшими исключениями, было наличие иконы Богородицы с Младенцем (чаще в типе Одигитрии) слева от царских врат и храмового образа справа от них.

Наличие образа Спаса Вседержителя в местном ряду далеко еще не стало нормой. Не во всех церквах имелись местные иконы на сюжеты богородичных праздников. Таких икон не было в 51 храме из числа описанных в писцовой книге (кроме, естественно, храмовых образов). Наиболее часто встречались иконы популярных в народной среде святых. Самыми распространенными были иконы св. Николая (20 ед.), св. Георгия (7 ед.), пророка Ильи (4 ед.).

Анализ описаний показывает, что в составе местных рядов начала XVII в. удивительно редко встречаются иконы русских, в том числе северных святых. Они отсутствовали в большинстве храмов (кроме монастырских), что может свидетельствовать о слабой известности этих святых в среде северного крестьянства данного времени.

Местные ряды иконостасов Обонежья и Западного Поморья во второй половине XVII–XIX в.

Эволюционные процессы в развитии местного ряда можно проследить по архивным описям убранства церквей конца XIX в., описаниям состава иконостасов в отчетах музейных экспедиций второй половины XX в. и по находящимся на местах или вывезенным в музеи комплексам иконостасов.

В эту эпоху в деревянных храмах Севера на первом месте справа от царских врат по-прежнему часто оставалась храмовая икона. Увеличилось разнообразие икон общехристианских святых. Теперь можно было встретить не только иконы св. Георгия, св. Николая и пророка Ильи, но также образы св. Модеста патриарха Иерусалимского, св. Параскевы Пятницы, свв. Флора и Лавра и других святых. Из числа северных святых чаще всего встречаются иконы преподобных Зосимы и Савватия Соловецких, преподобного Варлаама Хутынского и преподобного Александра Свирского, но в целом же следует отметить, что такие иконы и в XVIII–XIX вв. оставались довольно малочисленными.

Для представления о тенденциях развития местных рядов в северных деревянных храмах XVII–XVIII вв. важно рассмотреть процессы их формирования в монастырских храмах этого региона, которые могли быть образцом при устройстве иконостасов в приходских сельских церквах.

В качестве такого примера рассмотрим развитие иконостасных композиций в храмах Александро-Свирского монастыря. Имеется возможность проследить эволюцию местного ряда в Троицком соборе начиная с первой трети XVII в. Уже в храме-предшественнике существующего, судя по описанию писцовой книги 1628–1629 гг. [ОГВ, 1850, № 15–18], был развитый местный ряд, в котором на первом месте справа от царских врат находилась храмовая икона «Св. Троица», а слева «Богоматерь Одигитрия». В иконостасе было еще две иконы св. Троицы, икона «Спас нерукотворный», икона с изображением святых Сергия Радонежского, Николая, апостола Родиона, Варлаама Хутынского, с житием св. Николая середины XVI в. (ГРМ ДРЖ-1875), а также три иконы «Преподобный Александр Свирский» (одна из этих икон в ГРМ ДРЖ-1823).

Во вновь отстроенном в 1696–1698 гг. каменном храме св. Троицы был установлен большой пятиярусный иконостас, местный ряд которого включил ранее написанные иконы (храмовый образ «св. Троица»), а также «Богоматерь Умиление, с икосами», «Преп. Александр Свирский, с житием», «Богоматерь Одигитрия», «Св. Николай поясной». В конце XVII в. были написаны иконы «Богоявление», «Успение» (ГРМ ДРЖ 3243, 3242), «Богоматерь Черниговская», «Единородный Сыне», «Отечество», «Сошествие Св. Духа», «Распятие» [Соловьева, 2008. С. 50]. В состав местного ряда вошли также северные двери 1675 г. («Архангел Михаил») и южные двери 1699 г. («Архидиакон Стефан»). Следует отметить, что в иконостасе храма еще не было иконы Спасителя.

Согласно писцовой книге 1628–1629 гг., в местном ряду деревянной церкви Преображения «в роще за монастырем» храмовый образ помещался над царскими вратами, справа от них располагались две иконы преподобного Александра Свирского, а слева от царских врат стояли две иконы Богоматери – «Богоматерь Одигитрия» и «Богоматерь Воплощение» [ОГВ, 1850, № 30, 31]. Видимо, в более позднее время в иконостасе появилась икона «Предста Царица одесную Тебе» [Соловьева, 2008. С. 67]. В построенном в 1641–1644 гг. каменном соборе Преображения местный ряд трехрядного иконостаса включал, кроме перенесенных из прежнего храма произведений, еще икону «Преп. Александр Свирский, с житием» [Соловьева, 2008. С. 67].

Показательно, что образы Спасителя появились лишь в конце XVII в. в церкви Св. Николая, в начале XVIII в. в церкви Покрова и в 1717 г. в церкви Иоанна Дамаскина того же монастыря [Соловьева, 2008. С. 61, 63, 64, 75]. Мы видим, что в монастырских храмах нередко можно было встретить и произведения с новой для Севера иконографией, и образы северных святых.

Влияние убранства монастырских храмов можно отметить в некоторых сельских церквах. Приходская церковь Апостолов Петра и Павла в селе Вирма (Западное Беломорье) датируется около 1625 г. [Орфинский, 1972. С. 104], но ее иконостас можно реконструировать лишь на вторую половину – конец XVII в. В этот иконостас были включены иконы из церкви-предшественницы, о которой есть сведения в писцовых книгах 1563 и 1683 гг. [Петропавловская церковь в деревне Вирма, 1986. С. 3, 4]: царские врата (ГРМ ДРЖ 3257 а, б) с двумя столбиками позднего XVI в. (МИИРК И-1058, 1059) и сенью второй половины XVII в. (МИИРК И-1057), семь икон деисусного чина XVI в. (ГРМ ДРЖ 3258-3264). Ко второй половине XVII в. относится северная алтарная дверь с изображением Благоразумного разбойника (МИИРК И-1063). Несколько пока не реставрированных икон приходится датировать в широких рамках XVII в. (первая половина?). Это «Богоматерь Тихвинская» (МИИРК И-1053), «Апостолы Петр и Павел» (МИИРК И-1060), «Преподобные Зосима и Савватий Соловецкие» (МИИРК И-1062). Еще на одной иконе «Апостолы Петр и Павел» (МИИРК И-1061) живопись скрыта под сплошным сплошным окладом, что затрудняет ее датировку. Наконец, в составе иконостаса была икона «Св. Николай, с житием» позднего XVII в. (МИИРК И-1063).

В таком составе иконостас зафиксирован в описи церкви 1904 г. Учитывая, что в это время иконостас уже был в резной золоченой раме, можно предположить, что в тябловом иконостасе XVII в. была еще одна икона, например, «Св. Филипп митрополит Московский» позднего XVII в., зафиксированная в начале XX в. на клиросе храма. Наличие здесь местных икон преподобных Зосимы и Савватия, митрополита Филиппа (ранее игумена Соловецкого монастыря) связано с их широким почитанием на землях Соловецкого монастыря.

Иконостас примерно того же времени можно реконструировать в церкви Св. Варвары в деревне Яндомозеро [Платонов, 1992. С. 177–190]. Церковь была построена как клетская в 1650 г. и превращена, по предположению Е. В. Вахрамеева, в шатровую в процессе строительства или в начале XVIII в. [Вахрамеев, 1988. С. 92]. Судя по сохранившимся иконам деисусного, праздничного, пророческого рядов и некоторым иконам местного ряда, тябловый иконостас церкви сформировался во второй половине – конце XVII в. В этот иконостас входили, согласно нашей реконструкции, царские врата (МИИРК И-577), северная алтарная дверь с изображением Благоразумного разбойника (МИИРК И-920), «Богоматерь Одигитрия», храмовая икона (на месте которой по описи 1872 г. находилась икона «Преображение»), неизвестная житийная икона, а также иконы «Происхождение честных древ креста Господня» (МИИРК И-174) и «Св. Никита, с житием» (МИИРК И-173), редко встречающийся в местных рядах региона.

В описи 1872 г. упоминаются находящиеся на стенах храма большие житийные иконы св. Николая, св. Георгия и пророка Ильи… Некоторые из них могли быть написаны для местного ряда иконостаса [НА РК, ф. 25, оп. 12, ед. хр. 36/175, л. 11, 11об.]. В 1784–1785 гг. резчик Хотей Германов построил в церкви св. Варвары резной позолоченный иконостас [НА РК, ф. 694, оп. 1, ед. хр. 1/1-а, л. 93, 95об., 97].

Возможна реконструкция эволюции местного ряда иконостаса церкви Пророка Ильи в селе Типиницы начиная с середины XVII в. В писцовых и переписных книгах по Обонежью «выставка» в Типиницах упоминается с 1647/1648 г. [Витов, Власова, 1974. С. 81, № 97]. Позднее эта церковь сгорела и была заменена двухпрестольной церковью Вознесения и Пророка Ильи, построенной в 1761 или 1781 гг. [Орфинский, 1972. С. 88, 144, прим. 35]. В этой новой церкви и в ее приделе Богоявления, устроенном в 1806 г., сохранялись многие иконы церкви второй половины XVII в. По вкладной надписи на иконе «Св. Параскева Пятница, с житием» (ГРМ, ВХ-35915), а также и по стилистике живописи большинства икон четырехрядного иконостаса можно сказать, что данный иконостас оформлялся иконами в основном в 1660-х гг. и позднее. В центре местного ряда находились царские врата с сенью и столбиками (хранившиеся в позднее время в алтаре церкви, МИИРК И-934, 940, 943). Справа от врат стоял храмовый образ пророка Ильи с житием (МИИРК И-536), у которого был вставной средник. Слева от врат размещалась икона «Богоматерь Одигитрия». В составе иконостаса могли также стоять иконы «Св. Параскева Пятница, с житием» 1660 г. (ГРМ ДРЖ-3139), «Св. Георгий, с житием» (ГРМ ДРЖ-3138), «Распятие» (МИИРК И-559), не сохранившийся «Св. Николай, с житием» (подобная икона упоминается в описи 1902 г.), несколько более поздняя икона «Огненное восхождение пророка Ильи» (ГРМ ДРЖ-3139) и северная алтарная дверь «Благоразумный разбойник Рах» (МИИРК И-921). В конце XVII и начале XVIII в. в иконостас были включены иконы «Архангел Михаил с деяниями» (МИИРК И-704), «Воскресение» (МИИРК И-532). Реконструкция показывает, что в

иконостасе типиницкой церкви второй половины – конца XVII в. был весьма типичный местный ряд с иконами популярных святых, но без икон основателей северных монастырей.

При устройстве местного ряда в двухпрестольной церкви 1761 г. была поставлена вторая храмовая икона «Вознесение» (МИИРК И-534), четырехчастная икона «Вход во Иерусалим, Богоявление, Сретение, Рождество Христово» (МИИРК И-671) и вторая алтарная дверь в диаконник (не сохранилась). В 1876 г. в типиницкой церкви был создан резной иконостас на два алтаря с новыми царскими вратами. Характерно, что даже в позднейшую эпоху в описи этого комплекса 1902 г. не упоминается икона Спасителя [НА РК, ф. 713, оп. 1, ед. хр. 1/8, л. 6–17].

В некоторых случаях документальные материалы позволяют проследить эволюцию состава местных рядов на протяжении почти трех столетий – с начала XVII до конца XIX в. Эти иконостасы находились не в одних и тех же, а в сменявших друг друга церковных зданиях, как, например, в кижской Преображенской церкви.

В писцовой книге 1628/1629 гг. дается описание иконостаса храма-предшественника, пострадавшего от пожара в конце XVII в. [РГАДА, ф. 1209, № 308, л. 383, 384]. Местный ряд иконостаса этого храма начинался у северной стены дверью в жертвенник. Затем располагались иконы «Пророк Илья с житием», «Спас Вседержитель», «Троица Отечество с деянием», «Богоматерь Одигитрия». Далее находились царские врата. Справа от них размещались иконы «Преображение» (храмовая), «Воскресение», «Покров» и «Рождество Богородицы». Расположение иконы «Спас Вседержитель» на необычном месте в левой части местного ряда находит некоторые аналогии в иконостасах центральной России. Например, в местном ряду иконостаса Успенского собора Московского Кремля слева от царских врат второй иконой был «Спас на престоле с припадающим митрополитом Киприаном» [Толстая, 1985. С. 117].

Во вновь построенной церкви Преображения (1714 г.) местный ряд формировался на протяжении длительного времени. О его составе и эволюции на протяжении первой половины XVIII в. сведений нет, но в него, видимо, входили иконы «Преображение» в раме с клеймами «Страстей Христовых» (Кижи, 106/8), «Покров» (106/5) конца XVII в., а также произведения начала XVIII в. – северные алтарные двери с изображением Лона Аврамова, истории сотворения человека (106/7), и южные двери с пророком Даниилом во рву львином (106/10). Ко времени освящения храма была написана местная икона «Св. Николай, с житием» (106/6) и, возможно, несохранившаяся икона Богоматери Одигитрии (ныне находящаяся в храме икона Одигитрии была поставлена позднее).

Ныне существующий местный ряд иконостаса Преображенской церкви окончательно сложился около середины XVIII в., когда были написаны основные иконы – «Свв. Зосима и Савватий с житием» (106/1), «Чудо св. Георгия о змие, с житием» (106/3), «Огненное восхождение пророка Ильи, с житием» (106/4), рама с «Житием Богородицы» (106/5) к иконе «Покров», «Успение» (106/11), «Собор Богоматери» (106/12), «Деяния св. Троицы» (106/13) к среднику с резным образом Троицы (ныне утрачен), рама с клеймами истории и чудес нерукотворного образа (106/14) к иконе «Спас нерукотворный», «Сошествие во ад» (106/16). При устройстве резной рамы иконостаса в местный ряд вошли две иконы из деисусного чина – «Преподобный Зосима» и «Преподобный Савватий» (106/2, 106/15).

Сравнение сюжетного состава местного ряда Преображенской церкви первой трети XVII и начала – середины XVIII в. показывает, что к перечню икон местного ряда церкви-предшественницы прибавились житийный образ преподобных Зосимы и Савватия, «Чудо св. Георгия, с житием», «Св. Николай, с житием», «Рождество Богородицы», «Успение», «Собор Богородицы», южная алтарная дверь. Тем самым местный ряд иконостаса приобрел облик, характерный для XVIII в., но, что примечательно, без иконы Спасителя справа от царских врат. Это место по-прежнему занимает храмовая икона.

Рассмотрим теперь эволюцию иконостаса кижской Покровской церкви. По данным писцовой книги 1628–1629 гг., в местном ряду храма-предшественника находились только три иконы. Слева от царских врат стоял образ Богоматери Одигитрии, справа от врат – храмовый «Покров» и «Св. Николай, с житием» [РГАДА, ф. 1209, № 308, л. 384, 384об.]. Каков был местный ряд в основном иконостасе вновь отстроенной в конце XVII–XVIII в. Покровской церкви с приделом св. Николая, мы не знаем. Здесь могла быть размещена в качестве храмового образа крупная икона «Покров» (с золотым фоном) второй половины XVI в., пережившая пожар в Преображенской церкви и перенесенная в Покровскую церковь (МИИРК И-951). В церкви до середины XX в. сохранялась икона рубежа XVII–XVIII вв. «Св. Троица Новозаветная, со страстями» (Челябинский областной музей искусств Ж-612), которая, видимо, была написана после пожара для основного иконостаса. В 1826 г. [НА РК, ф. 25, оп. 15,

ед. хр. 129/2449, л. 13] и 1830 г. [НА РК, ф. 699, оп. 1, ед. хр. 1/5, л. 27] она зафиксирована в иконостасе Никольского придела, а позднее, в 1865 г. [НА РК, ф. 699, оп. 1, ед. хр. 1/5, л. 6об.] и 1867 г. [НА РК, ф. 25, оп. 12, ед. хр. 32/2, л. 9об.], – в основном иконостасе. Здесь была, несомненно, и икона Богоматери Одигитрии слева от царских врат.

Среди перечисленных икон к числу редких для Обонежья произведений в местном ряду иконостаса Покровской церкви относится упомянутая «Св. Троица Новозаветная, со страстями». Изображение Новозаветной Троицы на иконах Обонежья не встречается ранее конца XVII в. Особенностью иконы является и обширный цикл из 22 клейм, посвященных Страстям Господним. Сочетание на иконе изображений Троицы Новозаветной и цикла страстей Господних, по-видимому, иллюстрирует тему изначальной предустановленности крестной жертвы Христа. Эта тема звучит, например, во фресках каменной церкви св. Троицы в Никитниках в Москве. По мнению Е. С. Овчинниковой, здесь два изображения св. Троицы Новозаветной (в арке главного алтаря, а также в арке окна на западной стене) и цикл страстей на стенах храма взаимосвязаны [Овчинникова, 1970. С. 88]. Появление в иконостасах Севера местных икон с подобными мотивами свидетельствует о расширении содержания иконного убранства северного храма. Тема небесной предустановленности крестной жертвы отражена также на заонежских иконах второй половины XVII в. «Почи Господь в день седьмый» из деревни Вегорукса и «Отец и Сын слово Божие» из деревни Колгостров [МИИРК И-34, И-292]. Видимо, она была важной в контексте споров с антицерковными учениями того времени об истинности литургического богослужения.

Интересен вопрос об иконе, стоявшей справа от царских врат в иконостасе Покровской церкви рубежа XVII–XVIII вв. В кижских храмах имелись иконы Спасителя в рост, известные как «Всемилостивый Спас». Две иконы с таким названием упоминаются в описях убранства Преображенской и Покровской церквей Кижского погоста, но обе находились вне иконостасов, на клиросах (имеются в виду иконы «Спас Смоленский, с припадающими преподобными Варлаамом Хутынским и Александром Свирским» – оригинал конца XVI в., Кижи 253/4, и копия XIX в., МИИРК И-681). По данным писцовой книги 1628–1629 гг., в этот период иконы Всемилостивого Спаса в составе иконостасов Преображенской и Покровской церквей еще не было. В описях основного иконостаса Покровской церкви, относящихся к XIX в., такая икона встречается только начиная с 1865 г. (в более ранних описях 1826 и 1830 гг. образ с таким названием и близкими размерами указан находящимся за правым клиросом Никольского придела). Таким образом, образ Спасителя появился в местном ряду основного иконостаса Покровской церкви на первом месте справа от царских врат только в XIX в. (по сведениям В. А. Гущиной, это была икона-копия, а оригинал был перенесен из Преображенской церкви только в 1937 г.). Скорее всего, и в первой трети XVII в. в храмах-предшественниках образ Спаса Смоленского находился не в иконостасе, а в иных местах храмов. Его сравнительно небольшие размеры (87×65 см) говорят в пользу того, что он мог размещаться в киоте на клиросе. В современной литературе данную икону иногда связывают с историей образа Спасителя, известного по народным легендам о «панах», опустошавших Заонежье в Смутное время. Эта икона, согласно преданию, получила повреждения вражеской стрелой не только на лицевой, но и на оборотной стороне [Предания о панах..., 1857. С. 125]. Если принять эти сведения народной легенды за отражение достоверных фактов, то ясно, что подобные повреждения не могла иметь иконостасная икона.

В середине – второй половине XVIII в. иконостас Покровской церкви обогащается иконами, развивающими намеченные ранее тенденции к расширению содержания. Из сохранившихся в храме икон середины XVIII в. – «Единородный Сыне и Слове Божий» (Кижи 107/1) и «Богоматерь всех скорбящих радость» (Кижи 107/7) – одна стояла в правой части иконостаса, а вторая – в левой [описи: 1826 г., л. 10, 10об.; 1830 г., л. 24, 24об.]. Позднее они были перемещены на стены храма [описи: 1865 г., л. 5, 8об.; 1867 г., л. 249].

Описи убранства Покровской церкви XIX в. дают представление о местном ряде этого периода. Первая опись относится к 1826 г. Царские врата имели на створках изображения Благовещения и четырех евангелистов, а на сени был изображен Агнец Божий и Евхаристия (данная иконография соответствует тем вратам, которые и сейчас стоят в иконостасе Покровской церкви). По правую сторону царских врат располагались иконы «Богоявление», «Покров», «Единородный Сыне Воплощение»; по левую сторону находились иконы «Богоматерь Одигитрия», «Преподобные Зосима и Савватий», «Митрополит Филипп» (две последние иконы в резных киотах), «Богоматерь всех скорбящих радость». Местный ряд с левого

края начинался северной дверью с образом архидиакона Стефана.

Икона «Богоявление» происходит из праздничного ряда Преображенской церкви и, видимо, была изъята из него в период устройства резной рамы, сократившей количество икон в праздничном ряду. То, что эта икона занимала место образа Спасителя в Покровской церкви, говорит о временном ее нахождении в иконостасе. Иконы «Единородный Сыне» и «Богоматерь всех скорбящих радость» середины XVIII в. сохранились и по-прежнему находятся в иконостасе Покровской церкви. О времени появления ныне утраченных икон «Преподобные Зосима и Савватий» и «Митрополит Филипп» данных нет. Можно предположить, что они поставлены в XVIII в.

Следующая опись Покровской церкви относится к 1830 г. Она повторяет опись 1826 г. Опись 1865 г. дает описание иконостаса в раме. Царские врата здесь новые, резные. В этом описании впервые упоминается образ Всемилостивого Спаса, стоящий справа от царских врат. Вероятно, это сохранившийся образ Спаса Смоленского. За ним следуют южные двери с образом Архидиакона Евпла. Затем указана икона «Покров» и в завороте на южную стену икона «св. Николай с чудесами». В левой части иконостаса стоит икона «Богоматерь Одигитрия», за нею северная дверь с Архидиаконом Стефаном и икона «Св. Троица Новозаветная, со страстями на полях» (ранее находилась в Никольском приделе до его упразднения). В завороте иконостаса на северную стену храма стояла икона «Огненное восхождение Ильи, св. Медост, св. Георгий, преп. Мелания, св. Власий и св. Параскева Пятница» (не сохранилась). В 1867 г. была составлена новая опись, повторяющая предыдущую.

Данные о составе иконостаса Успенской церкви в Кондопоге – предшественницы существующей – содержатся в писцовой книге 1628–1629 гг. [РГАДА, ф. 1209, № 308, л. 192об., 193]. В это время в местном ряду иконостаса справа от царских врат находилась икона «Успение», правее нее – четырехчастная икона с изображением праздников – Рождества Христова, Богоявления, Благовещения и Успения. Слева от царских врат на первом месте размещалась икона «Богоматерь Одигитрия», затем киот с резным образом св. Николая, на притворе которого написаны были святые Василий Кесарийский, Иоанн Златоуст и Георгий.

В ныне существующей Успенской церкви (1774 г.), по данным описи 1873 г. [НА РК, ф. 25, оп. 12, ед. хр. 37/3, л. 3, 4], местный ряд иконостаса существенно видоизменился в сравнении с первой третью XVII в. Здесь были резные позолоченные царские врата, справа от которых стояла икона Спасителя, затем «Успение», «Крещение», «Рождество Богородицы». Слева от царских врат находилась «Богоматерь Тихвинская», за нею северные двери («Архидиакон Стефан»), «Богоматерь всех скорбящих радость» и «Вход во Иерусалим». Трудно сказать, когда появился в местном ряду кондопожской церкви упомянутый образ Спасителя, но по данным, указанным в описи, он был равен по размеру остальным иконам местного ряда 1774 г. В случае его появления уже во второй половине XVIII в. кондопожская церковь выделяется среди других храмов этого региона.

Обращают на себя внимание некоторые особенности местного ряда иконостаса Успенской церкви 1774 г. В его составе отсутствуют образы почитаемых в народном православии общехристианских святых, в том числе св. Николы и св. Георгия (которые, заметим, были в иконостасе церкви-предшественницы), а также северных подвижников. В целом состав местного ряда иконостаса кондопожской церкви был слабее, чем в других храмах, связан с местными традициями и, возможно, отражал интересы пришлых заказчиков. В указанной описи сказано, что иконы для иконостаса «приобретены усердием прихожан и разных благотворителей в 1774 г.» [НА РК, ф. 25, оп. 12, ед. хр. 37/3, л. 3].

В селе Шуньга древними храмами, иконостасы которых описаны в 1628–1629 гг., были Никольская церковь с приделом Рождества Иоанна Предтечи и теплая Благовещенская церковь. Местный ряд иконостаса Никольской церкви вмещал 7 икон, царские врата и северные двери. Среди икон находились «Огненное восхождение пророка Ильи, с житием» и «Св. Савватий Соловецкий». В Благовещенской церкви представляет интерес икона «Святые Николай и Георгий на одной цке (доске)» [РГАДА, ф. 1209, № 308, л. 246–247об.].

Построенные позднее и не сохранившиеся до нашего времени храмы Шуньги – каменная Богоявленская церковь 1833 г. (с приделами Пророка Ильи и Св. Николая) и деревянная Благовещенская церковь 1816 г. – были описаны в 1871 г. Во всех иконостасах указаны на первом месте справа от царских врат иконы Спасителя (в основном Богоявленском иконостасе образ Спасителя с избранными святыми был подвешен на колонне иконостаса). В Богоявленской церкви крайней справа иконой был образ чтимого в Заонежье преподобного Корнилия Палеостровского, а слева образ препо-

добных Зосимы и Савватия Соловецких [НА РК, ф. 25, оп. 12, ед. хр. 35/3, л. 6, 7об., 8, 12, 16].

Церковь Рождества св. Иоанна Предтечи в селе Шуя датируется началом XVIII в. [Орфинский, 1972. С. 96]. Ранний иконостас храма неизвестен. Сохранилась опись храма 1870 г., в которой зафиксирован резной позолоченный иконостас с резными же царскими вратами [НА РК, ф. 128, оп. 1, ед. хр. 6/92, л. 8, 8об.]. Эти врата, заходящие сенью на деисусный чин, могут относиться к периоду от второй половины XVIII до XIX в. Справа от царских врат располагалась икона «Господь Вседержитель с двумя ангелами», слева – «Богоматерь Тихвинская». На четвертом месте справа от врат в завороте на южную стену находился храмовый образ св. Иоанна Предтечи. В алтарную часть вели две двери с изображением архидиаконов Стефана и Лаврентия. В иконостасе размещались также иконы «Св. София Премудрость Божия», «Успение», «Воскресение Христово». Таким образом, местный ряд иконостаса церкви Рождества Иоанна Предтечи в XIX в. отвечал установлениям того времени.

Зимняя церковь преподобного Александра Свирского в селе Космозеро была построена, по надписи в главном помещении храма, в 1770 г. В экспедиционном отчете В. Г. Светличной (Брюсовой) 1950 г. есть описание иконостаса этой церкви. Автор отчета датирует иконостас временем постройки церкви и отмечает, что иконостас сохранился полностью, а «иконы... по манере живописи отличаются от икон местного заонежского письма и приближаются к московской школе». В отчете указано 6 икон местного ряда: «Рождество», два «Успения», «Воскресение», «Преп. Александр Свирский», «Св. Николай в житии» [МИИРК, дело 1945–1963 гг., л. 4]. Среди этих памятников мы не встречаем икон, изображающих святых-основателей северных монастырей (кроме храмовой иконы преп. Александра Свирского), а также иконы Спасителя.

Местные ряды трех иконостасов в Успенском соборе г. Кеми (1714 г.) можно реконструировать по состоянию на конец XIX в. По описи собора 1889 г., в центре главного иконостаса в это время находились резные золоченые царские врата. Справа стояла храмовая икона «Успение» начала XVI в. (ГРМ ВХ-44745), затем иконы «Преображение», «Воздвижение креста» и (в завороте на южную стену) «Воскресение». Слева от царских врат находился образ Богоматери Владимирской, за ним располагались северная дверь («Архидиакон Стефан»), «св. Николай, с чудесами», в завороте на северной стене имелся образ, написанный на холсте «святые Иоанн Богослов и Андрей Первозванный» [НА РК, ф. 166, оп. 1, ед. хр. 3/43, л. 5].

В местном ряду иконостаса Никольского придела кемского Успенского собора резные золоченые царские врата фланкировались иконами «Господь Вседержитель на престоле» и «Богоматерь Смоленская». Вторым справа стоял храмовый образ «св. Николай, с житием», затем «Рождество Христово». Слева располагались двери с изображением пророка Захарии, за ними стоял образ «Св. Дмитрий Солунский, с житием» [НА РК, ф. 166, оп. 1, ед. хр. 3/43, л. 7об.].

В местном ряду иконостаса придела святых Зосимы и Савватия резные золоченые царские врата фланкировались иконами «Царь царем» и «Богоматерь Тихвинская». Справа от иконы Спасителя находился храмовый образ «Преп. Зосима и Савватий», слева от «Богоматери Тихвинской» находилась дверь («Архистратиг Михаил»), иконы «Св. Николай» и «Св. Екатерина» [НА РК, ф. 166, оп. 1, ед. хр. 3/43, л. 8об.].

Мы видим, что в главном иконостасе соблюден старый порядок расположения храмовой иконы непосредственно у царских врат, тогда как образ Спаса Вседержителя отсутствует. В иконостасах же боковых приделов в конце XIX в. на первом месте справа от царских врат расположены иконы Спасителя, а храмовые иконы занимают второе место.

Приведем еще один пример расположения иконы Спасителя справа от царских врат в иконостасе церкви Успения поморского села Варзуга. В этой церкви, построенной в 1674 г., резной иконостас был устроен в 1677 г. [Бартенев, Федоров, 1968. С. 97; Ополовников, 1989. Ил. с. 118]. На позднем этапе в этом иконостасе образ Спасителя XIX в. размещался на первом месте справа от царских врат.

Обзор развития местного ряда иконостасов храмов Обонежья и западного Поморья показывает, что его эволюция шла в замедленном темпе и неравномерно. В каменных храмах центральных областей России эти процессы проходили значительно быстрее [Качалова, 1976. С. 106; Казакевич, 1980. С. 13, 42; Толстая, 1985. С. 107; Лелекова, 1988. С. 26]. В некоторых каменных храмах Русского Севера иконы Спасителя на первом месте справа от царских врат появляются в XVII–XVIII вв. [Рыбаков, 1995. Табл. 250].

Местные ряды иконостасов XVII–XIX вв. в часовнях Обонежья

Иконостасы часовен реконструировались нами главным образом по материалам музей-

ных экспедиций 1960-х гг., хранящимся в Научном архиве МИИРК и Отделе рукописей ГРМ. Историко-архитектурное изучение часовен свидетельствует о том, что во многих старых постройках, возведенных до XVIII в., убранство восточной стены проходило определенную эволюцию от простой полки для икон до тяблового иконостаса, создававшегося по образцу церковных иконостасов, но без устройства царских врат и боковых дверей.

Среди стоявших на полке икон могли находиться произведения разного размера и различных сюжетов, но постепенно формировался ряд икон «на поклоне» более или менее крупного размера и определенного сюжетного репертуара. Как и в церквах, основное место в местных рядах часовен занимали иконы святых, популярных в народном православии. Это прежде всего св. Николай Чудотворец, св. Георгий («Чудо св. Георгия о змие»), пророк Илья («Огненное восхождение пророка Ильи»). Иконы этих святых относятся обычно к наиболее древним в часовнях. Нередко встречались также иконы св. Параскевы Пятницы, святых Флора и Лавра, св. Дмитрия Солунского. С начала XVIII в. довольно распространенными стали иконы св. Модеста патриарха Иерусалимского (защитник скота от падежа).

Что касается образов северных святых, то они были довольно редки, причем это в основном иконы преподобных Зосимы и Савватия Соловецких. Встречаются также иконы преподобных Варлаама Хутынского, Александра Свирского и некоторых других святых, но в одиночных случаях.

Интересен вопрос о распространенности в часовнях икон с изображением Богоматери с младенцем. Несмотря на то что в молитвах часов вспоминается Богородица, многие часовенные иконостасы обходились без иконы Богоматери с младенцем. Такой иконы не было, например, в местном ряду иконостаса часовни деревни Кургеницы, исполненном единовременно в середине XVIII в., как и в иконостасе часовни деревни Лижмозеро на Малом острове, а ведь этот иконостас завершался мастерами-старообрядцами уже в середине XIX в. Подобные иконы не отмечены и в часовнях деревень Васильево, Колгостров, Кефтеницы, Тамбицы, Лазарево, Пелкула, Мярандукса, Чилмозеро, Павловицы и других. Местные иконы Богоматери с младенцем из часовенных иконостасов нередко датируются лишь XIX в.

Особо следует остановиться на иконостасах в молитвенных сооружениях приверженцев «старой веры». Приведем в качестве примера состав местного ряда в основных храмах Даниловского и Лексинского селений. Характерно устройство местного ряда иконостаса в главной Богоявленской часовне Даниловского общежительства. Согласно описи ее убранства, составленной в 1857 г., в центре находились царские врата со столбиками и сенью. Справа от врат стояла икона Господа Вседержителя, далее храмовый образ «Богоявление», иконы «Успение», «Преподобные Зосима и Савватий», в завороте на южную стену «Преподобный Александр Свирский», «Образ святых российских чудотворцев». Слева от царских врат находились иконы «Богоматерь Тихвинская», «Св. Троица», «Св. Николай Чудотворец», «Св. Филипп Митрополит Московский», в завороте на северную стену «Преподобный Александр Ошевенский», «Образ всех святых святых» [НА РК, ф. 25, оп. 20, ед. хр. 85/973, л. 41–43об.; Раскольничьи дела…, 1861. С. 532, 533].

Состав местного ряда в часовне Воздвижения Креста Господня, св. Иоанна Предтечи и апостола Иоанна Богослова Лексинского селения описан в доносе Ивана Круглого. По его сведениям, в центре местного ряда находилась икона «Богоматерь Тихвинская». Справа от нее стояли иконы «Распятие», «Св. Иоанн Предтеча», «Св. Троица», «Св. Николай». Слева от центра размещались иконы «Апостолы Петр и Павел», «Апостол Иоанн Богослов», «Св. София Премудрость Божия», «Преподобные Зосима и Савватий», «Пророк Илья» и иконы-пядницы [Раскольничьи дела…, 1861. С. 536, 537]. Иконописное убранство местных рядов старообрядческих часовен показывает, что культура Выгореции отличалась от культуры окружающего крестьянского мира своей обостренно-духовной направленностью и меньшей связью с потребностями «бытового православия».

В заключение можно сделать вывод о том, что состав местного ряда иконостасов Обонежья и Поморья отражал локальные особенности почитания святых, праздников церковного календаря и был связан с религиозными традициями региона и даже его отдельных мест. Особенностью иконостасов сельских храмов можно считать то, что в них слабо представлены образы северных святых. Народная религиозная культура была очень консервативна в устройстве местного ряда и с трудом допускала изменения в его составе.

Литература и источники

Бартенев И. А., Федоров Б. Н. Архитектурные памятники Русского Севера. Л.; М.: Искусство, 1968. 260 с.

Бетин Л. В. Об архитектурной композиции древнерусских иконостасов // Древнерусское искусство.

Художественная культура Москвы и прилежащих к ней княжеств XIV–XV вв. М.: Наука, 1970. С. 41–56.

Вахрамеев Е. В. Новые исследования Варваринской церкви в д. Яндомозеро Карельской АССР (проблемы реставрации) // Проблемы исследования, реставрации и использования архитектурного наследия Русского Севера. Межвузовский сборник. Петрозаводск: ПетрГУ, 1988. С. 81–94.

Витов М. В., Власова И. В. География сельского расселения Западного Поморья в XVI–XVII веках. М.: Наука, 1974. 191 с.

Ильин М. А. Некоторые предположения об архитектуре русских иконостасов на рубеже XIV–XV вв. // Культура древней Руси. М.: Наука, 1966. С. 79–88.

Казакевич Т. Е. Иконостас церкви Ильи Пророка в Ярославле и его мастера // Памятники русской архитектуры и монументального искусства. Материалы и исследования / Отв. ред. В. П. Выголов. М.: Наука, 1980. С. 13–63.

Качалова И. Я. К истории ныне существующего иконостаса Успенского собора // Государственные музеи Московского Кремля. Материалы и исследования / Отв. ред. Э. С. Смирнова. Вып. 2. М.: Советский художник, 1976. С. 104–108.

Лелекова О. В. Иконостас 1497 г. Успенского собора Кирилло-Белозерского монастыря: (исследование и реставрация) / Всесоюзный научно-исследовательский институт реставрации, 11. М., 1988. 360 с.

Мельник А. Г. Первоначальное оформление интерьеров Преображенского собора Соловецкого монастыря // «Погибшие святыни». «Охраняется государством»: 4-я рос. науч.-практ. конф. Ч. III. СПб., 1996. С. 73–83.

Национальный архив Республики Карелия (в тексте – НА РК).

Научный архив Музея изобразительных искусств Республики Карелия (в тексте – МИИРК).

Овчинникова Е. С. Церковь Троицы в Никитниках. Памятник живописи и зодчества XVII века. М.: Искусство, 1970. 196 с.

Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. М.: Искусство, 1986. 312 с.

Орфинский В. П. Деревянное зодчество Карелии. Л.: Стройиздат, 1972. 120 с.

Петропавловская церковь в деревне Вирма / Автор текста и рис. П. П. Медведев. Петрозаводск: Карелия, 1986. 16 с.

Платонов В. Г. Иконостас церкви св. Варвары в деревне Яндомозеро (Заонежье) // Народное зодчество. Сб. науч. тр. Петрозаводск, 1992. С. 177–190.

Православное богослужение: практическое руководство для клириков и мирян / Сост. И. В. Гаслов, А. С. Кашкин. СПб.: Сатисъ Держава, 2009. 400 с.

Предания о панах в Олонецкой губернии // Олонецкие губернские ведомости. Часть неофициальная. 1857. № 22. С. 122–124.

Раскольничьи дела XVIII столетия, извлеченные из дел Преображенского приказа и Тайной розыскных дел канцелярии Г. Е. Есиповым. СПб.: Изд-во Д. С. Кожанчикова, 1861. 653 с.

Российский государственный архив древних актов (в тексте – РГАДА).

Рыбаков А. А. Вологодская икона. Центры художественной культуры земли Вологодской XIII–XVIII веков. М.: Галарт, 1995. 494 с.

Соловьева И. Д. Свято-Троицкий Александро-Свирский монастырь. Художественное наследие и историческая летопись / Авт. текста И. Соловьева, Е. Серебрякова, В. Охотникова, Л. Ильюшина, А. Шумков. СПб.: НП Принт, 2008. 516 с.

Толстая Т. В. Местный ряд иконостаса Успенского собора в конце XV – начале XVI века // Успенский собор Московского Кремля. Материалы и исследования. М.: Наука, 1985. С. 100–122.

Шалина И. А. Вход «святая святых» и византийская алтарная преграда // Иконостас. Происхождение – развитие – символика / Ред.-сост. А. М. Лидов. М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 52–84.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Платонов Владимир Георгиевич
хранитель фондов древнерусского искусства
Музей изобразительных искусств Республики Карелия
пр. К. Маркса, 8, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185035
эл. почта: plavira@onego.ru
тел.: (8142) 784001

Platonov, Vladimir
Curator of the Icon Collection
Karelian Museum of Fine Arts
8 K. Marx Av., 185035 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: plavira@onego.ru
tel.: (8142) 784001

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 29–36

УДК 398.324

ПОТОЛОК: ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЖИЛОГО ПРОСТРАНСТВА В КРЕСТЬЯНСКОМ МИКРОКОСМЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ НАРОДНОГО ИСКУССТВА)

Н. А. Криничная

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В мифологических воззрениях потолок осмысляется не только как граница между мирами, и прежде всего между верхним и средним (жилым) ярусами крестьянского микрокосма, но и как «предел» пребывания человека на «этом свете». Потолок и его составляющие космологизируются, одушевляются, персонифицируются. Для выявления знаков-символов, заключенных в фольклорно-архитектурном образе и закодированных в различных видах народного искусства, нами предпринято комплексное изучение этого образа. В результате обнаруживается особое место концепта «потолок» в системе представлений о жизни, смерти и судьбе.

Ключевые слова: мифологическое мировосприятие, вербальное творчество, изобразительное искусство, модель Вселенной, ярусы, граница, космологические представления, персонификация, архетип, репродуцирование.

N. A. Krinichnaya. THE CEILING: MANIFESTATIONS OF THE TOP BOUNDARY OF THE LIVING SPACE IN THE PEASANT MICROCOSM (BASED ON FOLK ART)

In mythological views the ceiling is perceived not only as the boundary between worlds, first of all between the upper and middle (living) tiers of the peasant microcosm, but also as the «limit» of the human's presence in «this world». The ceiling and its component parts are cosmologized, animated, personified. To distinguish the symbolic signs embraced in the folklore-architectural image and encoded in various kinds of folk art we undertook a comprehensive study of the image. As the result, the «ceiling» concept was found to occupy a special position in the system of ideas about life, death and fate.

Key words: mythological worldview, verbal art, visual arts, model of the Universe, tiers, boundary, cosmological ideas, personification, archetype, reproduction.

В картине упорядоченного микрокосма крестьянского жилища каждая его часть, как известно, соответствует определенной части Вселенной, основанной в данной версии на плоскостно-вертикальной трехъярусной модели. Согласно мифологическим воззрениям, крестьянский дом включает в себя верхний, средний и нижний миры. Материализованным символом *верхнего* мира служит потолок–чердак–крыша, *среднего* – собственно изба, заключающая в себе жилое, населенное людьми пространство, *нижнего* – подклет (подполье, подызбица). Границей между средним и верхним мирами служит потолок. По своей функции в древних представлениях потолок приравнивается к полу, который в мифологическом

сознании воспринимается в качестве границы между средним и нижним мирами [см.: Байбурин, 2005. С. 207–208]. «Символизм архитектурных образов являлся естественным способом осознания мирового устройства», – справедливо отмечает А. Я. Гуревич [1972. С. 65]. И, наоборот, космос в представлениях человека традиционной культуры проецируется на жилище [Богатырев, 1971. С. 363; Цивьян, 1978. С. 72; Элиаде, 2000. С. 271–287 и др.].

Вместе с тем потолок (ранее – крыша) в своих архетипических проявлениях – это не просто граница, но граница, имеющая признаки живого существа. Это одновременно и объект, и субъект, и граница, и ее страж. Поскольку жилище уподобляется мифическому существу, зооморфному или антропоморфному [Криничная, 2001. С. 127–152], то, соответственно, потолок–чердак–крыша в архетипическом восприятии осмысляется как метонимический эквивалент этого существа либо как его часть, прежде всего основание черепа–череп–голова.

Наша задача – «расшифровать» космологический и анимистический коды, которые заключены в мифологических представлениях о потолке, проявляющихся в различных видах народного искусства, вербального (языкового, фольклорного) и декоративно-прикладного (роспись). Мы исходим из того, что разные виды народного искусства равноподчинены действующему в них закону всеединства. При этом предполагается высветить интересующий нас фольклорно-архитектурный образ посредством выявления семантики его внетекстовых связей. В таком ракурсе концепт потолка исследуется впервые.

Потолок – это верхнее внутреннее покрытие помещения; обл. верхняя поверхность этого покрытия, обращенная к чердаку. «В общеславянском языке не существовало слова, обозначающего понятие „потолок“, по той причине, что в домах славян просто не было потолка. <…> Слово же *потолок* свойственно восточнославянским языкам; в первый раз его находим в 1704 г. в „Лексиконе“ Поликарпова», – пишет Ж. Леписсье [1971. С. 170]. Тем не менее, подводя итоги многолетним археологическим исследованиям (1938–1947 г.) Старой Ладоги и выявив господствующий тип древнерусской северной деревянной избы X в., В. И. Равдоникас сообщает: «В пожарищах и среди развалов мы неоднократно находим лежащие над полом в беспорядке доски и бревна. Такие доски могли быть *только от потолка и крыши*. <…> в отдельных случаях с большой долей вероятности можно видеть в этих бревнах остатки стропил, слег и *потолочных балок-матиц* (курсив мой. – *Н. К.*)» [Равдоникас, 1949. С. 18]. Из сказанного следует, что «пóзднее» происхождение потолка в историческом исчислении может оказаться довольно ранним.

Номинация *потолок*, по мнению языковедов, происходит от *толочить* или *потолочь, потолочить*, что значит «топтать», «потоптать» [Даль, 1990. С. 357; Леписсье, 1971. С. 170–174; Фасмер-III, 1987. С. 345]. В древнерусском языке *потолочити* «придавить, примять, вытоптать». В севернорусских говорах *потолочить* значит «настилать потолок». Такая этимология основывается на знании технологических приемов устройства потолка. Вместе с тем не исключено, что лексема *потолок* возникла от праслав. *тьло* «дно» [Фасмер-III, 1987. С. 345; Фасмер-IV, 1987. С. 65], точнее, от основы предложно-падежного словосочетания *по тьлу* «по дну» [Шанский и др., 1961. С. 263; Шапошников, 2010. С. 187]. В дальнейшем *тьло* преобразуется в *тло* – «основание, дно». В качестве такого *основания* и *дна* могла восприниматься внешняя поверхность потолочного покрытия, выходящая на чердак и как бы образующая его *пол*, а тем самым и нижнюю плоскость верхнего яруса крестьянского микрокосма: «Первоначальное значение потолка „тло по тлу“ , т. е. *дно над дном, пол над полом*, причем *по* здесь означает не *над, сверху,* а размер, квадратное соответствие „тлу“, „полу“» [Преображенский-2, 1959. С. 116]. Тем самым исследователи истолковывают *по тьлу* как «равное полу», где *тьло* – «пол, основание, дно» (см. дотла) [Шанский и др., 1961. С. 263]. Не противоречат этим данным и последние изыскания, согласно которым *потолок* происходит от несохранившегося существительного *потоль*, что значит «пол, настил» [Шапошников, 2010. С. 187]. Кстати, соотнесенность потолка с полом подтверждается и фольклорно-мифологическими материалами, о чем пойдет речь ниже.

В народных представлениях потолок деревенской избы ассоциируется с верхней границей крестьянского жилища. Не случайно в некоторых диалектах *верх* означает «потолок», а *ярус* – «потолочный настил» [Сыщиков, 2006. С. 42–43]. Причем он отчетливо отождествляется с небом: «небо – это прежде всего абсолютное воплощение верха» [Брагинская, 1982. С. 206]. Идеей подобного отождествления пронизаны, по сути, все разновидности народного искусства, вербального и изобразительного. Так, например, звездному небу потолок уподобляется в загадке: «Синие потолочины золотыми гвоздями приколочены» [Митрофанова,

1968. С. 18]. И наоборот, вселенское небо приравнивается к потолку крестьянской избы. Однако у такого потолка нет привычных конструкций: «Раскинут потолок шатром, ни срубу, ни столба, ни матицы» [Даль, 1990. С. 357]. В основе подобного восприятия лежит представление о форме неба «как шатре, шалаше, палатке, куполе, который образует стены и крышу над полом-землей, поскольку при параллелизме микро- и макрокосма мир устроен по типу дома» [Брагинская, 1982. С. 207].

С состоянием небес в их суточном цикле: в дневной и ночной, в утренней и вечерней фазах – сопоставим потолок в былинной поэзии:

На небе солнце – и в тереме солнце,
На небе месяц – и в тереме месяц,
На небе звезды – и в тереме звезды,
На небе зори – и в тереме зори:
Всё в терему по-небесному.
[Рыбников-2, 1990. С. 358]

Или:

Надьведёно же над ей-то (палатой. – Н. К.)
было красно солнышко,
Надьведёно над ей ведь был да млад
светёл месец,
Ище зори-ти были, звёзды частыя,
Вся луна была над ей да поднебесная.
[Марков, 1901. С. 102]

В единую композицию с солнцем, луной, звездами, зорями, утренними и вечерними, подчас включается и «вся красота поднебесная» (о семантике этой эпической формулы см. подробнее: Криничная, 2011. С. 101–111).

Космогония, выраженная вербальными средствами, в интерьере крестьянской избы дублируется изобразительными мотивами. Так, например, в вельских и шенкурских деревнях Архангельской обл. экспедициями 60–80-х гг. XX в. были обнаружены росписи крестьянских изб, датированные концом XIX – началом XX в. и заключающие в себе, помимо прочего, космогонические, преимущественно солярные, знаки-символы. Речь идет прежде всего о вихреобразных или шестилепестковых *розетках*, о больших цветных (нередко красных) *ромбах*, о синих травных *завитках* или *круговых* цветочных *гирляндах*, нанесенных наряду с другими, в основном, растительными орнаментами, на потолке горницы, на подшивке свесов кровли либо свода балконного портика, над окном светелки и т. д. [Мильчик, 1991. С. 96, 99, 102–103]. К слову сказать, христианизированную трансформацию подобной «небесной» розетки можно увидеть в часовне Параскевы Пятницы (XIX в.), ныне хранящейся в Плесецком секторе Кенозерского национального парка [Шатковская и др., 2004. С. 108]. Однако в большинстве случаев до нас дошли лишь разрозненные фрагментарные сведения об аналогичных росписях. Символом солнечного/звездного неба служит и лепной узор потолка, раскрашенный в сине-желтый цвет. Он сохранился до наших дней в доме Ф. Ф. Прыгунова, построенном в поморском селе Верхняя Золотица в конце XIX в. [Пермиловская, 2005. С. 157]. Роспись потолка светлицы («вышки») в виде звездного неба зафиксирована в 20-е гг. XX в. в заонежской деревне Космозеро, в доме Сотниковых [Большева, 1927. С. 50]. «Палатное письмо имеет смысл: / *Небесными кругами* (курсив мой. – *Н. К.*) украшают / Подписчики в палатах потолки / Высоки…» – так расшифровывает смысл наиболее распространенных на подволоке росписей знаток традиционного русского быта А. Н. Островский. И действительно, розетки, круги («круговые цветочные гирлянды», «травные завитки») – устойчивые солярные знаки, которыми маркируется потолок крестьянской горницы, моделизируется ее небесный свод. «Система орнаментальных кругов в их мерном и повторном чередовании есть символически-художественное выражение чередующихся дней, повторяющихся восходов, течений и заходов солнечных», – отмечает исследователь крестьянского искусства В. С. Воронов [1925. С. 13]. Подобные круги, розетки, диски в посленеолитическом искусстве Европы являлись, по мнению А. Голана, символом солнца, сохраняя в ряде случаев свое прежнее значение символа неба и в эпоху бронзы [Голан, 1994. С. 22]. Все остальные мотивы декоративной живописи в деревенских хоромах можно, по-видимому, отнести к наглядному выражению «всей красоты поднебесной». В эту космогоническую композицию вплетаются изображения мифических растений. Их продуцирующая вегетативная сила символизирует неиссякаемое плодородие, плодовитость, непрерывный круговорот в природе и социуме. Заметим, что восприятие потолка в качестве домашнего небосвода характерно и для западноевропейского искусства. Об этом, в частности, свидетельствует описание верхней части палаты в древнем французском сказании о хождении Карла Великого в Иерусалим и Константинополь. Согласно этому сказанию, верх палаты представляет форму и образ неба, с солнцем, луной и звездами, которые загораются всякий раз в соответствии с временем года [Веселовский, 1884. С. 386].

Иногда знаки-символы «небес» как бы выносятся за пределы жилого пространства. Они оказываются уже снаружи, в экстерьере, рас-

крывая космогонический смысл верхнего яруса постройки. Многоцветная роспись наносилась на плоские поверхности, затянутые тесом: на фронтоны домов, на внутреннюю сторону обшивки свесов крыши, на фронтоны мезонинов, на обшивку нижней части мезонинов и балконов [Чижикова, 1970. С. 52; Дмитриева, 2006. С. 210–214]. Изображения звездного неба и солнца под крышей на фронтонах крестьянских домов еще недавно встречались в каргопольских и коневских деревнях [Пермиловская, 2005. С. 44–45]. В вельских и шенкурских деревнях попадались избы, на фронтоне которых, в центре, изображалась шестилепестковая розетка, аналогичная тем, которые были обычными в народном декоративном искусстве Восточной Европы, равно как и в искусстве древнего Средиземноморья [Голан, 1994. С. 23]. В рассматриваемой севернорусской традиции она нередко включалась в композицию, состоящую из четырех вазонов с цветущими растениями, расположенными по ее углам [Мильчик, 1991. С. 98]. Центральная розетка на фронтоне, по сути, дублирующая изображение на потолке и находящая соответствие в народной вышивке, также осмыслялась в качестве солярно-вегетативного знака-символа. Причем сами очертания фронтона воспринимались как небосвод. Одним словом, в росписи интерьера и экстерьера крестьянской избы фигурировали, помимо прочих образов, всё те же завитки травного орнамента (нередко синего цвета), всё те же розетки, шестилепестковые и вихреобразные, а также большие цветные, и прежде всего красные, ромбы – эквиваленты круговых форм [см.: Мильчик, 1991. С. 96, 98–99].

«Термин „небо“ приобрел на Севере буквальный смысл и понимание. Потолок деревянного храма трактуется как картина подлинного неба», – пишет Т. М. Кольцова [Кольцова, 1989. С. 11. См. также: Гнедовский, 1974. С. 126, 129; Витухновская, 1981. С. 52–53; Фролова, 2008]. Сам каркас его пирамидальной конструкции, закрытый треугольными досками, напоминает солнце с расходящимися лучами. На голубом, иногда звездном, фоне, ассоциируемом с небесами, изображаются Христос, Богоматерь, апостолы, святые, херувимы, архангелы; на них сверху струится золотистый свет [Кольцова, 1993. С. 93–96; Шатковская и др., 2004. С. 57, 69–70, 73, 103, 108; Пермиловская, 2005. С. 44]. При подобном восприятии и наименование избяного бревенчатого потолка *круглым* [Сыщиков, 2006. С. 42], зафиксированное на Среднем Урале, выглядит отнюдь не случайным. В этих космологических представлениях не могла не проявиться память о древнем сводчатом потолке, некогда составляющем с крышей нерасчлененное единство [см.: Бломквист, 1956. С. 79–80; Бартенев, 1964. С. 236].

Космогонические элементы, со временем преодоленные в изображении «неба», локализованного внутри помещения, подчас сохраняются в наружной росписи церкви. Очертания звезд на голубом фоне нам доводилось видеть на главках каменных храмов и в росписи потолка церковного трехмаршевого крыльца деревянного храма в с. Лядины Каргопольского р-на Архангельской обл.

Такого рода декором, с одной стороны, маркировалась включенность постройки в мироздание; с другой стороны, это были знаки проявления макрокосма в микрокосме крестьянских хором и храмов, посредством которых человек приобщал себя к ритмам мироздания [см.: Рыбаков, 1975. С. 30, 41–42]. В результате наделенный символическим смыслом, а иногда и магическим значением, орнамент в архитектуре древности и сам по себе рассматривался как необходимый функциональный элемент здания [Иконников, 1966. С. 139].

Воспринимаемый в качестве небес, потолок сакрализуется. По свидетельству памятников древнерусской литературы, он, подобно иконе, может даже мироточить. Вот как об этом говорится в «Хождении купца Василия Познякова по святым местам Востока 1558–1561 гг.»: «<…> и в той кельи ис потолока исходит миро мяхко, яко мука ладанная, бело, и то миро дают старцы вместо мощей для благословения християном» [Хождение…, 1887. С. 61].

Локализованное в крестьянских хоромах и храмах «небо»-потолок в мифологическом сознании одухотворяется и персонифицируется. И тем не менее оно рукотворно. Доведя сруб до желаемой высоты, которая в жилом помещении на подклете колеблется, по карельским материалам, в пределах 3,2–3,75 м, а в некоторых топящихся по-черному избах достигает 4,2 м [Габе, 1941. С. 42], плотники укладывают подгнетный черепной венец из более толстых бревен, чем нижележащие. В качестве опоры для потолка в целом и для каждой из потолочин в частности они врубают параллельно переводинам пола несущий брус, выразительно названный *матицей*. Конструкция потолка с центральной балкой-матицей восходит по крайней мере к XVII в.: во всяком случае, такая традиция зафиксирована в 1622 г. неподалеку от Великого Устюга [Рабинович, 1975. С. 220–221].

Потолок/потолочины, как и пол/половицы или мост/мостовины, в мифологическом миро-

восприятии отождествляются. Не случайно в севернорусских говорах *потолочины* нередко называются *половицами* [СРГК и СО, 2002. С. 56] либо *мостови́чинами* [Сыщиков, 2006. С. 44]. Соответственно в некоторых местностях потолок называют *верхним полом* [СРНГ, 1969. С. 160], а нижний ряд потолочин в двухслойном потолке – *белым полом* [Сыщиков, 2006. С. 43]. Мало того, в различных индоевропейских языках лексема *потолок* оказывается в едином семантическом поле вместе с однокоренными словами со значением «пол», «доска, половица», равно как и «земля», «плоскость» [Фасмер-III, 1987. С. 345]. В загадках же потолок и пол не только отождествляются, но и персонифицируются, наделяясь то зооморфным, то антропоморфным обликом: «Два быка бодутся, в одно место не сойдутся» [Мельц и др., 1961. № 428]; «Два братца видятся, а не целуются» [НА КарНЦ РАН. 142. № 338. – Медвежьегорск., 1980 г.]; «Дарья да Марья видятся, но не целуются» [Там же. № 55]; «Кум с кумой видятся, а близко не сходятся» [Мельц и др., 1961. № 429]. Показательно, что в некоторых загадках *потолок* и *пол* соответствуют *небу* и *земле.* Так, отгадкой к загадке «Два быка бодутся – вместе не сойдутся» [Митрофанова, 1968. С. 18. Ср. со с. 97] может служить и та и другая семантическая пара: потолок – пол, небо – земля. Соотнесенность потолка с полом представлена в некоторых приведенных загадках как кровное или духовное родство. В мифологических же рассказах взаимосвязь потолка и пола/моста обозначена посредством изображения синхронности происходящих в том и другом локусе мистических проявлений, определяемых в динамических и акустических категориях: «Вдруг в бане всё ходуном заходило, начали ворочать *мост* под ногами, *на потолке* (курсив мой. – *Н. К.*) тоже застучали» [НА КарНЦ РАН. 32. № 77. – Беломорск., 1937 г.]. Немаловажно, что потолок и пол соответствуют друг другу и в конструктивном отношении. В старинных избах используемые для потолочин горбыли, т. е. бревна, расколотые клиньями вдоль пополам, укладывают плоской стороной вниз, тогда как для половиц – плоской стороной вверх. Причем потолочины кладут длиной во всю избу или от задней стены – до матицы и от матицы – до передней стены [Бломквист, 1956. С. 78–79]. При этом, подобно всему потолку, одушевляется и персонифицируется каждая из потолочин, что подтверждается, например, загадками, бытовавшими в вологодских деревнях: «Сорок братьев на одном изголовье лежат»; «Сорок братцев на одной подушке спят» [Мельц и др., 1961. № 426–427]. Согласно мифологическому мировосприятиию, такие «потолочины», абсолютно равные между собой, находятся в кровнородственных отношениях не только друг с другом, но и с «матицей»: «Семьдесят семь Семёнов – одна мать Матрёна» [Митрофанова, 1968. С. 97]. Сам технологический процесс символизирует такое единство. Уложив потолочины на матицу, плотники скрепляют их известными способами. Промазав щели между потолочинами глиной, строители заливают образовавшуюся поверхность раствором из глины и песка. Засыпав эту поверхность слоем листьев и мха, они наваливают на потолок слой земли. Последний, как и пол, может быть двойным. *Чёрный* потолок, изготовленный из массивных горбылей или бревенчатого наката, кладут на матицу и засыпают землей (матица остается снаружи) [Бломквист, 1956. С. 78–79]. В этом свете неудивительно, что латинск. *tellus*, однокоренное с русск. *потолок,* означает «земля, почва» [Фасмер-III, 1987. С. 345]. *Чистый* потолок подшивают снизу гвоздями к стенам и матице, которую закрывают тесом.

Знаковая сущность этой вполне материальной структурно-планировочной составляющей крестьянского жилища раскрывается в мифологических рассказах, верованиях, обрядах. В них потолок осмысляется не только как граница между мирами, но и как *верхний предел* пребывания человека на «этом свете». По-видимому, на потолок в свое время были отчасти перенесены мифологические представления о древнем покрытии жилища, которое было одновременно и крышей, и потолком. О тождестве их восприятия в фольклорном сознании свидетельствует, в частности, поговорка: «Всякая изба своим потолком крыта, своей крышей повершена» [Даль, 1990. С. 357].

Согласно поверьям, именно под потолком, в переднем углу, на иконе, задерживается на какое-то время душа, прежде чем вылететь из жилища, а вынутая из потолка потолочина или просто тесина (варианты: «три потолочины», «девятая потолочина») облегчает выход души из тела: «„А сделай, – говорит, – *потолочину* открой над ее (колдуньи. – *Н. К.*) кроватью, где она спит. И она недолго проживёт“. И в действительности, значит, он *потолочину* открыл, когда она спала, и недолго она померла» [НА КарНЦ РАН. 136. № 178. – Прионежск., 1977 г.]; «Он (колдун. – *Н. К.*) умирал трое сутки, на крик кричал: ему не умереть было. Потом сказал кто-то, что надо *три половицы* (т. е. *три потолочины*. – *Н. К.*) *с потолка* вытащить. Вытащили – он и умер» [СРГК и СО, 2002. С. 56]; «Надоумили семейных вынуть *девятую*

потолочину (курсив в цитатах мой. – *Н. К.*) – и колдун умер» [Смирнов, 1922. С. 74]. Если ранее предполагалось, что через отверстие в потолке, семантически приравненное к потолочному дымоволоку и даже просто к отверстию для выхода дыма из древнего жилища, на небеса отправляется в соответствии с обрядом кремации душа каждого умершего сородича, то позднее, по мере трансформации этих представлений, такая участь постигает лишь душу колдуна. Эсхатологический мотив отделения души от тела сопоставим в рамках крестьянского микрокосма с универсальным актом ухода ее на небо. Соответственно сон, в котором привиделась упавшая потолочина, предвещает смерть: «А у меня – перед мужем (перед смертью мужа. – *Н. К.*) – так потолочина упала. Тоже во сне» [НА КарНЦ РАН. 109. № 65. – Беломорск., 1977 г.]. Характерно, что символика смерти – в данном случае смертельной опасности – сохраняется за потолочиной даже в частушке – жанре, как известно, позднем: «Пал, пал потолок, / Пала потолочина. / Уходи, моя милая, / Пока не колочена!» [Власова, Горелов, 1965. № 1872]. Аналогичную семантику имеют и половицы, связанные, однако, уже не с верхним, а с нижним миром.

Потолочина, как и половица либо мостовина, в народных воззрениях символизирует дорогу-судьбу того или иного члена семейно-родовой общины, живущей под одной крышей, а значит, и под одним потолком [ср. с поговоркой: «Под одним потолком жить, не руками разводить». – Даль, 1990. С. 357]. Именно поэтому потолочина часто используется в мантических обрядах. Так, например, считая «пёклом» – деревянной лопатой, которой сажают хлебы в печь, каждую из потолочин со словами «пришёл – вышел» или «молодец – вдовец», гадающая узнаёт, выйдет ли она замуж, а если выйдет, то за кого: за парня или за вдовца [Кофырин, 1900. С. 2]. Причем «пёкло» изображается как атрибут некоего синкретического существа, связанного, с одной стороны, с домашним очагом, а с другой – с лесом, деревом. Известна и иная версия гадания, где магическая роль приписывается потолку. Девушка моет одну из потолочин, под которой обычно спит. При этом она приглашает суженого-ряженого «на чистой потолок глядеть». Гадающая верит, что во сне увидит суженого, пришедшего смотреть на потолок [Смирнов, 1927. С. 56].

Согласно народному мировосприятию, каждая структурно-планировочная часть избы, в том числе и потолок, служит метонимическим эквивалентом всего жилища, являясь своего рода репликой целого. «Под чужой потолок подведут и другое имя дадут», – говорят крестьяне, отдавая девушку замуж [Даль, 1990. С. 357]. При этом каждая структурно-планировочная составляющая соответствует определенной части человеческого тела (изначально – тела почитаемого животного либо плоти растения). В этом смысле потолок воспринимается мифологическим сознанием как основание черепа одушевляемого жилища, тогда как чердак и крыша – соответственно – как его череп и голова. Отсюда ведет начало традиция использования архитектурных категорий для характеристики состояния человеческой головы, в данном случае глупой или хмельной, что нашло свое выражение преимущественно в пословицах и поговорках: «Крышей покрыто, да потолка нет»; «Сверху покрыто, да не подволочено»; «У него под потолок подошло» [Даль, 1990. С. 357].

Одушевленность же жилища служит проявлением древних анимистических верований, согласно которым в каждой его части, равно как и в деревянных изделиях бытового назначения, продолжают обитать духи деревьев, срубленных для строительства избы либо для изготовления домашней утвари. Она же обусловлена и культом предков, начиная с тотемного, что, в частности, обнаруживается в обряде принесения строительной жертвы. Подобные верования соотносятся с рассказами крестьян о том, что кто-то, являясь по ночам, бьет палкой по потолку и стенам [Георгиевский, 1890. С. 733] и как бы учреждает свое господство в жилом пространстве, ограничивая его посредством своей динамической и акустической энергии как по вертикали (потолок), так и по горизонтали (стены). Признаки близкого присутствия некой мифической силы обнаруживаются и в звуках загадочного хождения по потолку (под ним в данном случае подразумевается поверхность этого покрытия, образующая пол чердака): «Я у Андрея жила. У них *по потолку* там ходило пугало <...>. Как токо вечер, и *по потолку* (курсив мой. – *Н. К.*) как будто там, прости Господи, леший ходит. Вот ходит и ходит, и колотит» [НА КарНЦ РАН. 184. № 65. – Пудожск., 1977 г.]. Номинация же «леший» может интерпретироваться как *родовое* понятие, обозначающее всех мифических существ. И тем не менее не исключено, что здесь используется понятие *видовое*. В таком случае под «лешим» подразумеваются духи деревьев, перешедшие из леса в жилище вместе с возведением сруба и теперь таинственным образом влияющие на судьбы его обитателей. Присутствием же в жилом пространстве мифического «мужика», возвышающегося до самого потолка

[НА КарНЦ РАН. 181. № 68. – Медвежьегорск., 1988 г.], подобно антропоморфному деревянному столбу либо мировому древу, подпирающему постройку, фактически маркируется все жилище.

Рассмотренные представления о потолке сообразуются с соответствующим воззрением на устройство Вселенной, где «на опоры (в центре мира или по четырем его углам) положен „потолок“ в виде плиты или свода» [Брагинская, 1982. С. 207]. Вместе с тем потолок осмысляется как часть одушевленного, со временем антропоморфизированного существа, каким некогда воспринималась крестьянская изба в качестве уменьшенной копии одухотворенной Вселенной.

Литература

Байбурин А. К. Жилище в обрядах и представлениях восточных славян. Изд. 2-е. М.: Языки славянской культуры, 2005. 224 с.

Бартенев И. А. Основы архитектурных знаний для художников. М.: Искусство, 1964. 243 с.

Бломквист Е. Э. Крестьянские постройки русских, украинцев и белорусов (поселения, жилища и хозяйственные строения) // Восточнославянский этнографический сборник: Очерки народной материальной культуры русских, украинцев и белорусов в XIX – начале XX в. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 3–458 (Труды Института этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая. Новая серия. Т. XXXI).

Богатырев П. Г. Вопросы теории народного искусства. М.: Искусство, 1971. 544 с.

Большева К. А. Крестьянская живопись Заонежья // Крестьянское искусство СССР. Ч. 1: Искусство Севера. Заонежье. Л.: Academia, 1927. С. 50–61.

Брагинская Н. В. Небо // Мифы народов мира: В 2-х т. М.: Советская энциклопедия, 1982. Т. 2. С. 206–208.

Веселовский А. Н. И. Жданов. Из литературной истории русской былевой поэзии. Киев, 1881 // Журнал Министерства народного просвещения. 1884. Ч. 231. Февраль. С. 359–396.

Витухновская М. А. «Небеса» Заонежья: Классификация и ареалы // Местные традиции материальной и духовной культуры: Тез. докл. Петрозаводск: КФ АН СССР, Союз композиторов КАССР, 1981. С. 52–53.

Власова З. И., Горелов А. А. Частушки в записях советского времени / Изд. подгот. З. И. Власова и А. А. Горелов. М.: Наука, 1965. 496 с.

Воронов В. С. Народная резьба. М.: Госиздат, 1925. 34 с.

Габе Р. М. Карельское деревянное зодчество. М.: Гос. архитектурное изд-во Академии архитектуры СССР, 1941. 215 с.

Георгиевский М. Д. Из народной жизни // Олонецкие губернские ведомости. 1890. № 76. Неофициальная часть. С. 773–774. Вся статья: № 72–79.

Гнедовский Б. А. К вопросу о происхождении перекрытия «небом» в древнерусском зодчестве // Культура средневековой Руси: Сб. статей в честь 70-летия М. К. Каргера. Л.: Наука, 1974. С. 126–130.

Голан А. Миф и символ. Изд. 2-е. М.: Русслит, 1994. 375 с.

Гуревич А. Я. Категории средневековой культуры. М.: Искусство, 1972. 318 с.

Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка: В 4-х т. М.: Русский язык, 1990. Т. 3. 556 с.

Дмитриева С. И. Традиционное искусство русских Европейского Севера: этнографический альбом. М.: Наука, 2006. 286 с.

Иконников А. В. Эстетические проблемы массового жилищного строительства. Л.: Стройиздат, 1966. 459 с.

Кольцова Т. М. «Небо» и его росписи в деревянных культовых памятниках Русского Севера: Автореф. дис. ... канд. искусствоведения. Л.: Ин-т живописи, скульптуры и архитектуры им. И. Е. Репина, 1989. 21 с.

Кольцова Т. М. Росписи «неба» в деревянных храмах Русского Севера. Архангельск: РАН. Рус. геогр. об-во, Арх. филиал, 1993. 111 с.

Кофырин Н. Суеверия крестьян села Песчаного Пудожского уезда // Олонецкие губернские ведомости. 1900. № 134. Неофициальная часть. С. 2. Вся статья: № 100–138.

Криничная Н. А. Русская народная мифологическая проза: Истоки и полисемантизм образов. СПб.: Наука, 2001. Т. 1. 584 с.

Криничная Н. А. «Всё в терему по-небесному...»: к семантике эпической формулы // Классический фольклор сегодня: Материалы конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. Б. Н. Путилова. С.-Петербург, 14–17 сент. 2009 г. СПб.: Дм. Буланин, 2011. С. 101–111.

Лепись Ж. Этимология русск. *потолок* // Проблемы истории и диалектологии славянских языков: Сб. ст. М.: Наука, 1971. С. 170–174.

Марков А. Беломорские былины, записанные А. Марковым с предисловием В. Ф. Миллера. М.: Т-во скоропечатни А. А. Левенсон, 1901. XIII, 618 с.

Мельц М. Я., Митрофанова В. В., Шаповалова Г. Г. Пословицы, поговорки, загадки в рукописных сборниках XVIII–XX веков / Изд. подгот. М. Я. Мельц, В. В. Митрофанова, Г. Г. Шаповалова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 289 с.

Мильчик М. И. Дома с росписью мастеров Петровских в Поважье // Проблемы исследования, реставрации и использования архитектурного наследия Российского Севера: Межвуз. сб. Петрозаводск: ПетрГУ, 1991. С. 90–103.

Митрофанова В. В. Загадки / Изд. подгот. В. В. Митрофанова. Л.: Наука, 1968. 255 с.

Научный архив Карельского научного центра РАН (в тексте – НА КарНЦ РАН). Фонд 1. Опись 1. Последующие цифры обозначают номер коллекции и номер текста в ней.

Пермиловская А. Б. Крестьянский дом в культуре Русского Севера (XIX – начало XX века). Архангельск: Правда Севера, 2005. 312 с.

Преображенский А. Г. Этимологический словарь русского языка: В 2-х т. М.: Госиздат иностранных и национальных словарей, 1959. Т. 2. 416 с.

Рабинович М. Г. Русское жилище в XIII–XVII вв. // Древнее жилище народов Восточной Европы. М.: Наука, 1975. С. 156–244.

Равдоникас В. И. Старая Ладога (Из итогов археологических исследований 1938–1947 гг.) // Советская археология. 1949. XI. С. 5–54.

Рыбаков Б. А. Язычество Древней Руси. М.: Наука, 1987. 783 с.

Рыбников П. Н. Песни, собранные П. Н. Рыбниковым: В 3-х т. Изд. 3-е. Петрозаводск: Карелия, 1990. Т. 2. 640 с.

Словарь русских говоров Карелии и сопредельных областей: В 6-ти вып. (в тексте – СРГК и СО). СПб.: СПбГУ, 2002. Вып. 5. 664 с.

Словарь русских народных говоров (в тексте – СРНГ). Л.: Наука, 1969. Вып. 4. 357 с.

Смирнов В. Народные гаданья Костромского края (очерк и тексты) // Четвертый этнографический сборник: Тр. Костромского науч. об-ва по изучению местного края. Кострома, 1927. Вып. XLI. С. 17–91.

Смирнов М. И. Сказки и песни Переславль-Залесского уезда. М.: Цустран, 1922. 98 с.

Сыщиков А. Д. Лексика крестьянского деревянного строительства: Материалы к словарю. СПб.: СПбГУ, 2006. 292 с.

Фасмер М. Этимологический словарь русского языка: В 4-х т. / Пер. с нем. Изд. 2-е. М.: Прогресс, 1987. Т. III. 832 с.; Т. IV. 864 с.

Фролова Г. И. «Небеса» Заонежья: Иконы из собрания музея-заповедника «Кижи». Петрозаводск: Издательский центр музея-заповедника «Кижи», 2008. 166 с.

Хождение купца Василия Познякова по святым местам Востока 1558–1561 гг. / Под ред. Х. М. Лопарёва // Православный палестинский сборник. СПб., 1887. Т. VI. Вып. 3. С. 1–106.

Цивьян Т. В. Дом в фольклорной модели мира (на материале балканских загадок) // Труды по знаковым системам: Семиотика культуры. Тарту, 1978. X. С. 65–85 (Уч. зап. Тартуского гос. ун-та. Вып. 463).

Чижикова Л. Н. Архитектурные украшения русского крестьянского жилища // Русские: Историко-этнографический атлас. Из истории русского народного жилища и костюма (украшение крестьянских домов и одежды). Середина XIX – начало XX в. М.: Наука, 1970. С. 7–60.

Шанский Н. М., Иванов В. В., Шанская Т. В. Краткий этимологический словарь русского языка. Изд. 3-е. М.: Учпедгиз, 1961. 403 с.

Шапошников А. К. Этимологический словарь современного русского языка: В 2-х т. М.: Флинта, Наука, 2010. Т. 2. 576 с.

Шатковская Е. Ф. и др. Кенозерский национальный парк: краткий путеводитель / Автор текста Е. Ф. Шатковская и др. Архангельск: М'арт, 2004. 168 с.

Элиаде М. Священное и мирское // Элиаде М. Миф о вечном возвращении: Избр. соч. / Пер. с франц. М.: Ладомир, 2000. С. 251–356.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Криничная Неонила Артемовна
главный научный сотрудник, д. филол. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: vmp@sampo.ru
тел.: (8142) 562742

Krinichnaya, Neonila
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vmp@sampo.ru
tel.: (8142) 562742

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 37–44

УДК 82.091: 821.161.1 «1920/1939» (480)

ОБРАЗНАЯ ПАРАЛЛЕЛЬ «РОССИЯ – ФИНЛЯНДИЯ» В РУССКОЙ ЭМИГРАНТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ФИНЛЯНДИИ 1920–1940-х ГОДОВ

Е. Г. Сойни

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Статья посвящена соотношению образов Финляндии и России в поэзии и прозе русских литераторов, живших в Финляндии 1920–1940-х гг. в приграничье. Исследуется эволюция темы границы в русской эмигрантской литературе. Делается вывод о нераздельном существовании образов Финляндии и России, «двух рядом стоящих планет» в русской прозе и поэзии Финляндии.

Ключевые слова: граница, проза и поэзия русской эмиграции, контактная зона, соотношение образов, диалог культур.

H. G. Soini. THE PARALLEL OF IMAGES OF «RUSSIA – FINLAND» IN THE LITERATURE OF RUSSIAN EMIGRATION IN FINLAND IN 1920–1940

The article is devoted to the ratio of images of Finland and Russia in the poetry and prose of Russian writers living in Finnish borderland in 1920–1940. We investigate the evolution of the boundary theme from the geographical to the spiritual dimension. The images of Finland and Russia have existed in the minds of Russian writers as inseparably as «two planets standing side by side».

Key words: border, prose and poetry of Russian emigration, contact zone, ratio of images, cultural dialogue.

В любую политическую эпоху культурные связи между народами остаются наиболее ценными и устойчивыми. Особенно это ощутимо в контактных зонах, где происходит диалог культур, в результате которого появляются новые литературные и художественные произведения. Культура тяготеет к границам, к духовным и географическим одновременно. Знаковым становится сам переход границы. У литераторов он выражался по-разному. Географическая граница в поэзии и прозе, преображаясь, становится границей духовной, это и реальная русско-финляндская граница, и граница творения и небытия.

Еще в XIX в., например, в цикле стихотворений К. Случевского «Мурманские отголоски» на Севере сведена «граница родины с границею творения». Отсюда, по мысли поэта, остается один путь – в небытие. Но это небытие не будет раем:

> …сюда пришла моя дорога!
> Скажи же, Господи, отсюда мне куда?
> [Случевский, 1988. С. 99]

Сюжеты стихотворений русских литераторов Финляндии, естественно, разворачиваются в месте их проживания, в приграничье, в так называемых контактных зонах. Карельский

перешеек и остров Валаам многие годы являлись именно такими, сначала в составе Российской Империи, а затем в границах Финляндии и СССР.

Тема русско-финляндской границы, появившись в стихотворении Александра Блока – «В дюнах» (1907) из цикла «Вольные мысли», положила начало традиции, особенно характерной для будущих русских писателей, живших в Финляндии.

…блуждая по границе
Финляндии, вникая в темный говор
Небритых и зеленоглазых финнов,
[Блок, 1960. С. 306]

лирический герой встречает юную финскую деву. Она убегает, но герой надеется на будущую встречу:

…И пусть она мне крикнет:
«Твоя! Твоя!»
[Там же]

В теме «охоты» на героиню, в чертах, роднящих героиню со зверем, исследователи находят влияние романа Кнута Гамсуна «Пан». Общими являются и борьба двух сильных личностей, «и само отождествление „северного“ с „первозданно диким“» [Раудар, 1982. С.194], что верно для одной, сюжетной части стихотворения. «В дюнах» есть и политическое содержание (этого мнения придерживается финский исследователь П. Песонен) [Pesonen, 1977. S. 12], навеянное отнюдь не Гамсуном, и черты реального быта русских таможенников, над которыми иронизирует Блок:

И русская таможенная стража
Лениво отдыхала на песчаном
Обрыве…

Поэт высказывает свою точку зрения на отношение царской России к Финляндии:

Там открывалась новая страна,
Песчаная, свободная, чужая…
И было мне смешно смотреть на этих
Скучающих солдат в зеленой форме,
Лениво ограждающих рабов
От вольных или вольных от рабов…
На русский бесприютный храм, глядящий
В чужую незнакомую страну.
[Блок, 1960. С. 439–440]

Эти строки, содержащиеся в рукописи и в первых публикациях до 1912 г., позже в окончательном варианте 1915 г. были сняты, вероятно, из-за цензурных соображений. Блок пророчески пишет о «новой стране», хотя в 1907 г., как известно, Финляндия и Россия существовали в единых государственных границах. Поэт избегает оценок, сомневается, кто рабы, а кто вольные, полагая, что в зависимости от обстоятельств те и другие могут меняться местами.

След блоковской поэзии заметен в финской лирике. На блоковских «Скифов» Ууно Кайлас отозвался стихотворением «На границе» («Rajalla») в сборнике «Сон и смерть» («Uni ja Kuolema») 1928 г.:

Tulkoot hurttina aroiltaan!
Mahtuvat multaan tänne.
[Kailas, 1966. S. 249]
(Пусть со степей идут варвары!
В нашей земле пусть улягутся.)

Стихотворение «На границе» бросило тень на имя Кайласа, создав поэту репутацию реакционера, но даже отрицательное восприятие «Скифов» доказывает, что к поэзии Блока финны не были равнодушны.

А лирический сюжет блоковского стихотворения «В дюнах» повторился в стихотворении «У последней черты» русского финляндца Ивана Ивановича Савина (Саволайнена) (1899–1927) – одного из талантливейших поэтов русского зарубежья, переехавшего в Финляндию в 1921 г.

Стихотворение «У последней черты» (1926) посвящено Ивану Бунину. В сборнике произведений И. Савина «Только одна жизнь» оно ошибочно датировано 1925 годом. (Прим. жены поэта Л. В. Савиной-Сулимовской [Савина-Сулимовская, 1988. С. 8–10].)

По дюнам бродит день сутулый,
Ныряя в золото песка.
Едва шуршат морские гулы,
Едва звенит Сестра-река.
Граница. И чем ближе к устью,
К береговому янтарю,
Тем с большей нежностью и грустью
России «здравствуй» говорю.
[Савин, 1988. С. 187]

И у Савина, и у Блока – образы золотого песка, моря, границы, и даже написаны эти стихи в одном и том же месте – в Дюнах, правда с разницей почти в двадцать лет. У обоих поэтов лирический герой находится у границы и описывает, что он видит «там». Но если у Блока «там» – это Финляндия, «новая страна» [в первоначальном варианте]: «песчаная, свободная, чужая…» [Блок, 1960. С. 439], то у Савина «там» – это Россия:

Там, за рекой, все те же дюны,
Такой же бор к волнам сбежал,
Все те же древние Перуны
Выходят, мнится, из-за скал.
Но жизнь иная в травах бьется,
И тишина еще слышней,
И на кронштадтский купол льется
Огромный дождь иных лучей.
(С. 187)

Далее Блок увлекается темой «погони», от его лирического героя убегает финская девушка, а в стихотворении Савина улетает птица:

Черкнув крылом по глади водной,
В Россию чайка уплыла –
И я крещу рукой безродной
Пропавший след ее крыла.
(С. 187)

Герой Блока уверен, что он догонит беглянку, герой у Савина уверен в обратном, что «след крыла» исчез навсегда.

В поэзии И. Савина гражданский пафос сочетается с тончайшей лирикой, причем отсутствует даже след какого-либо модного литературного влияния, отчетливо заметна «ориентация на классическую традицию» [Чагин, 2008. С. 338]. В сборнике «Ладонка», изданном в Белграде в 1926 г., почти все стихи – о пережитом в России. Родившийся в Одессе, Иван Савин не осознает Финляндию как родину (даже как родину своего деда), для него это одна из дорог, перекресток:

Мне недруг стал единоверцем:
Мы все, кто мог и кто не мог,
Маячим выветренным сердцем
На перекрестках всех дорог.
(«Законы тьмы неумолимы...» С. 174)

А себя он ощущает «блудным сыном» России, «кротким иноком». Для поэта ласковые годы остались в России, теперь же русские звезды светят на «чужих небосводах» («России». С. 172).

Под чужим небосводом «Господь помогает сладить» поэту с безутешной думой, что он потерял и родину и любовь. Природа успокаивает поэта, утешая, что «не надо так много плакать», в его пейзажную лирику постепенно входит Финляндия. В стихотворении «Закат» (1924) появляется образ северного заката, «такого медлительного», какой не снился никому. Но этот закат «цветет».

В пейзажной лирике Ивана Савина обращают на себя внимание стихи о море. В них дает себя знать и происхождение рода Савина – Саволайнена от потомственных мореходов, и любовь русских поэтов к водной стихии вообще. Свет маяка напоминает поэту «изумрудную слезу», стекающую по скале, а лунный свет – «густое вино». Казалось бы, все прекрасно: остывает «палящий день», маяк открывает «круглые глаза», наконец, «густое лунное вино» льется с неба. Но в полночь никуда не деться от воспоминаний.

Ударю по забытым струнам,
Забытым сердцем, как смычком.
(С. 179)

Море может подарить покой, но не может подарить забвения, ибо само море для поэта – это граница, это связь с минувшим, это – последняя черта.

В прозе Ивана Савина граница – это уже чисто духовный символ, не имеющий отношения к таможням, визам, паспортам.

В рассказе «Лимонадная будка» (1926) повествуется о жизни русского эмигранта музыканта Миши, не пожелавшего поменять свой статус, бросить музыку и ради куска хлеба идти работать на завод. И Миша, и лимонадная будка, где он жил, бездомны, поэтому, по мнению рассказчика, они всех понимают. «...Только потеряв свой край, свои поля, начинаешь понимать, что многоглагольна и чудесами вспахана земля Божия» (с. 138). Лимонадная будка, одушевленная автором, говорит по-русски, с финским акцентом, а Мишу местные мальчики встречали «радостными криками: Вэнэлайнен, Вэнэлайнен!» (с. 139) (*venäläinen* – русский). Сестра Миши убеждает брата, что пройдет лихолетье, Миша сможет поступить в консерваторию. Но Мише, осознавшему, что Бог, родина, музыка – все в душе, уже не надо ни дома, ни рояля: «Дорожить этим совсем не надо... этим, то есть родиной, домом и там еще... роялем. У меня – звезда светит» (с. 144). Миша умер с улыбкой на лице, успев, по мнению автора, познать радость общения с Богом, являющим себя в храме природы.

То, что это общение – единственная радость, доставшаяся эмигрантам, утверждают и валаамские монахи в очерках-рассказах Ивана Савина о Валааме: «Валаам – Святой остров» и «Валаамские скиты» (1926).

Для Савина Валаам – это очаг православия, «заброшенный в вековую глушь Финляндии» (с. 147). С одной стороны, монахи благодарны Финляндии: «Мощи не осквернены... церковные ценности не изъяты» («Валаам – Святой остров». С. 149), но с другой – в монастырь в Финляндии никто не хочет идти и богомольцев почти совсем нет.

Савин передает слова старого монаха: молодые могли бы прийти с юга, да граница закрыта, «а из здешних мало кто жить устает и к Богу приходит...» (с. 148). В очерке «Валаамские скиты» он пишет, что первое, о чем спрашивали Савина скитские отцы, – православный ли он, а узнав, что православный, иногда не могли сдержать слез: «Спаси Вас Бог. Забыты мы тут... Не из России ли? Как там? Господи?» (с. 155).

Часть очерка – трепетное описание северной природы. Единение «красоты и святости» притягивает автора, его удивляет «исключительный даже на Валааме покой» (с. 152).

Однако это уже Финляндия, ибо стиль летоисчисления в православном монастыре был не православным. Савин обращает внимание на то, что многие монахи «давно не ходят в храмы, „осквернённые“ новым стилем, <…> служат они в лесу, повесив икону на сосне…» (с. 157).

В очерке Савин ставит ту же проблему, что и в рассказе «Лимонадная будка», – о родине и душе. Музыкант Миша был убежден, что дорожить надо не землей, а душой. Монахи-старостильники, встретившиеся автору очерка, на его вопрос, что будет с монастырем, если за приверженность к старому стилю их выгонят, отвечали: «Пусть гонят! <…> мы сами пришли сюда на остров не его богатства спасать, а душу свою спасти» (с. 157). Такая точка зрения могла убедить, утешить многих русских, живших в зарубежье.

Новое летоисчисление, принятое в монастыре, – не единственное, что указывало на финскую принадлежность Валаама в 1920–1930-х гг., когда его посетили русские писатели Борис Константинович Зайцев (1881–1972) и Иван Сергеевич Шмелев (1873–1950). В путевом очерке «Валаам» Бориса Зайцева, написанном в 1936 г., автор не воспринимает Валаам как Финляндию. Даже лес на Валааме, по его словам, «не финский»: «Да, красота, а не лес. Такого я в Финляндии не видел» [Зайцев, 1936. С. 10].

Но замечает писатель и финские черты Валаама: казармы финских солдат, бритых монахов-финнов. Говорит он об этом мимоходом, не вдаваясь в детали: «<…> мимо жилья финских солдат спустились мы к озеру» [Зайцев, 1936. С. 63]. Внешность отца Лаврентия, «молодого, бритого, с нерусским акцентом» напоминает Б. Зайцеву «облик уже финского православия» [Зайцев, 1936. С. 21].

Иван Шмелев, автор «Лета Господня», впервые побывал на Валааме в 1897 г. в свадебном путешествии и тогда же написал свою первую книгу «На скалах Валаама». Вновь на Валаам писатель приехал через сорок лет, уже будучи автором «Солнца мертвых». Уже были написаны первые главы «Лета Господня» и повесть «Богомолье». Тот факт, что финны не разрушили православный монастырь, наполнил сердце писателя благодарностью к Финляндии. Он спокойно отнесся к тому, что Валаам стал относиться к новому государству, подчеркивая, что Валаам и Финляндию объединила сама природа. Парадоксально, что именно в этом случае певец православия в книге о православном монастыре не употребляет слово Бог, называя объединительницей природу: «Его не разрушают, не оскверняют, не взрывают. Суровая Финляндия к нему привыкла. Ведь и в прошлом он был в ее границах: природа их объединила» [Шмелев, 1936. С. 6].

В памяти писателя от первой поездки на Валаам осталось очень много, в том числе и финский полицейский надзор. Еще тогда, за сорок лет до второго посещения острова, писатель столкнулся с надзором финской полиции при регистрации: «Позвольте запишу ваше имязвание в гостиничную тетрадь, по полицейскому правилу… мы под финской полицией. Мы паспортов не смотрим, по виду верим… – говорит послушник» [Шмелев, 1936. С. 25].

Это воспоминание приводит Шмелева к выводу, что Валаам не был чужд финнам: «Помню сорок лет тому, „полицейский надзор“ над ним держали те же финны. Валаам чужим им не был: такой же, как и они – суровый, молчаливый, стойкий, крепкий, трудовой, – крестьянский». Валаам все-таки изменился, признается писатель. Перемена в том, что не видно России: «Да, стал другой немножко Валаам. Но жив и ныне. Раньше – жил Россией, душой народной. Ныне – Россия не слышна. Россия не приходит, не приносит своих молитв, труда, копеек, умиленья» [Шмелев, 1936. С. 6]. Но неизменным остался свет Валаама. И этот свет Шмелев сравнивает с маяком в надвинувшейся «ночи мира».

Как и Валаам, Карельский перешеек в начале XX в. был местом паломничества русских литераторов. Иметь дачи на Карельском перешейке до революции было престижно. После революции эти дачи для одних стали спасением, для других – гибелью. Еще в 1911 г. писатель Корней Иванович Чуковский, владелец одной из дач, назвал Куоккалу именно гибелью: «Куоккала для меня гибель. Сейчас здесь ровная над всем пелена снегу – и я чувствую, к[а]к он на мне. Я человек конкретных идей, мне нужны образы <…> а вместо образов снег» [Чуковский, 1991. С. 99].

Иное отношение к Карельскому перешейку было у русских литераторов, живших здесь постоянно. Одним из них был Вадим Даниилович Гарднер (1880–1956), уроженец г. Выборга, сын американского инженера Даниэля Томаса Гарднера и писательницы Екатерины Ивановны Дыховой. Вадим Гарднер жил в имении матери в Метсякюля на Карельском перешейке, откуда был вынужден переехать в Хельсинки из-за начавшейся в 1939 г. Советско-финляндской войны. В Петербурге и Москве вышли его первые поэтические сборники «Стихотворения» (1908) и «От жизни к жизни» (1912). Третий сборник поэта «Под далекими звездами» был издан уже в Париже в 1929 г. в издательстве «Concorde».

В сборнике «Под далекими звездами» – стихи зрелого поэта о трагедии одиночества, о реалиях XX в., о перипетиях собственной судьбы. Но как бы трагично ни складывалась жизнь поэта, рядом с ним находилась боготворившая его жена Мария Францевна Гарднер (урожденная Череп-Спиридович). Уроженка Карельского перешейка, католичка по вероисповеданию, она до конца своих дней сохранила преданную любовь к России, куда ей уже не суждено было вернуться. Вадиму Гарднеру было с кем разделить свое одиночество: «И спасала только вера в вечную любовь» (с. 139). Образ Финляндии в соотнесенности с образом России – одна из центральных тем в творчестве Гарднера. Видоизменяясь, она появлялась во всех трех сборниках поэта. И хотя в первом сборнике поэт постоянно сетует, что он – южанин – живет на севере, «по ярости судьбы» [Гарднер, 1990. С. 36], северная студеная страна ему мила, и это – его **родная** страна:

Ты мне мила, суровая природа
Финляндии, страны моей родной…
«Финский сонет» [Гарднер, 1990. С. 25]

В «Лунной газэле» (1914 г.) из сборника «Под далекими звездами» Гарднер называет Финляндию «каменной», а свои стихи «не северными»:

В Суоми каменной, рунической
Слагал не северные руны я.
[Гарднер, 1990. С. 78]

В традиции русской поэзии Гарднер восхищается «каменной» Финляндией – финскими скалами. Но для поэта, живущего среди них, скалы – каждый раз разные, они меняют цвет:

Здесь живем меж камней разноцветных и скал,
то нагих, то во мхи облаченных.
«Здесь живем меж камней…»
[Гарднер, 1995. С. 62]

По мнению поэта, «сокровенное скал размышленье», «мудрость большой глубины» истолковать невозможно, но в камнях и скалах он видит

Мир забытых, но чудных сказаний…
(С. 62)

Калевальской метрикой – четырехстопным хореем написано одно из ранних пейзажных стихотворений Гарднера «Волны мелки, лысы камни…» (из сборника 1908 г.), где есть строки об обнаженности камней: «даже мхом они не крыты», о суровой и безмолвной зелени можжевельника, о рокоте моря, похожем на волю северян:

Тех, чьи мысли так прозрачны,
Чьи воленья так спокойны.
(С. 12)

В стихотворении «Начало осени в Финляндии», опубликованном в 1916 г. в «Русской мысли», осенний пейзаж передан через знаки крестьянского труда –

Из риги синий дым; снопы… еще снопы…
(С. 58)

Живя в Метсякюля, на плодородной земле, поэт становится очевидцем и сенокоса, и сбора урожая, и сева озимых. Гарднеру близки образы финской народной поэзии, в его стихах звучит кантеле, а сосны и болота слагают свои «руны»:

И руны сосен и болот,
И звуки кантеле старинной…
«Из дневника поэта» [Гарднер, 1990. С. 124]

Пользуясь калевальским стихом, он пишет в 1932 г. свою руну об Илмаринене, одном из главных героев «Калевалы». Гарднер останавливает свой выбор на кователе Сампо и потому, что с этим героем связан образ огня, света, столь любимый поэтом, и потому, что Илмаринен – кузнец, кователь, человек труда:

В старой кузнице краснеет
В очаге огонь ретивый, …
Алым блеском озаренный,
Показался Ильмаринен.
«Купол церкви православной…»
[Гарднер, 1990. С. 130].

Илмаринен необходим Финляндии, чтобы рассеять «тучи серые <…> над Суоми», разогнать «чернокрылых ворон». «Огонь ретивый» в кузнице Илмаринена сливается в стихотворении с блеском от купола православной церкви:

Купол церкви православной
Бледным золотом блистает
Над туманным финским лесом.
[Гарднер, 1990. С. 130]

«Алый блеск» Илмаринена и блеск «купола православной церкви» в стихотворении соединены, это два источника света, поддерживающие друг друга. А через пять лет в его «Сонете (обратном, нестрогом)» 1937 г. только одна звезда будет светить над черным лесом: «Вдруг засиявший теплый веры луч» (с. 46).

С началом советско-финляндской войны всем жителям Карельского перешейка пришлось срочно покидать родовые имения и уезжать в неизвестные уголки Финляндии. Многие хотели остаться. В разговоре с автором этих строк Мария Францевна Гарднер рассказывала, что русские жители Карельского перешейка

собирались с приходом советских войск остаться жить в своих домах, но уже на территории Советского Союза. Они знали о ссылках («Г.П.У. справляет шабаш свой» – писал Гарднер еще в 1928 г. в стихотворении «Наводнение 1924 г.» [Гарднер, 1990. С. 100]). Они были готовы ко всему, но не к переезду в Хельсинки. Оставаться в своих домах было запрещено [Гарднер, 1997]:

Мчит нас, мчит автобус. Все родное
Все, что близко нам было, – вдали.
«Едем мы. Позади нас пожары». С. 79

Поэт познает всю тягость «лямки беженца», предчувствуя, что жизнь в Хельсинки будет «не его жизнью»: «Вся эта жизнь не моя» [Гарднер, 1990. С. 126]. В 1942 г. поэт создает «Нюландский сонет» (впервые опубликованный лишь в 1987 г. в «Русской мысли» в Париже), где признается, что в душе все оборвалось, что не вызывают больше сочувствия ни «безмолвие камней», ни «закрытые сердца»:

О, Гельсингфорс, излюбленный ветрами,
Ты мало, горделивец, мне знаком.
По стогнам я твоим бродил пешком.
Но ты с двумя своими языками
Не близок мне; стеной они меж нами.
[Гарднер, 1990. С. 111]

Оставляя Карельский перешеек, поэт понимает, что он теряет родину. В стихотворениях позднего Гарднера образ Финляндии-родины, созданный в сборнике 1908 г., превращается в образ Финляндии-чужбины: «Мы маемся тут на чужбине» («Твои неохватные дни…» [Гарднер, 1990. С. 143]). А родиной становится уже недосягаемая Россия:

В груди мы храним твою душу,
Родимая наша страна.
«России». С. 61

В «Алкеевых строках» 1943 г. поэт будет уже не Илмаринена, а славянского бога Сварожича молить «рассеять мрак финский»:

Сварожич мощный, щит и оплот славян,
Рассей мрак финский, дай нам тепла опять.
[Гарднер, 1990. С. 161]

В стихотворении «Здесь и там» Гарднер сравнивает зимнюю Россию и Финляндию, казалось бы, один и тот же ландшафт, один и тот же снег, так же дети катаются на лыжах и коньках, играют в снежки,

Но все эти шалости, игры –
Забавы не русских детей.
Не наши здесь деды морозы
Хрустят под ногами ветвей…
[Гарднер, 1990. С. 93]

В чем разница между финской и русской зимой? Для поэта зима в России «как-то сказочней»:

И сказочней как-то в России
Снегов голубое сребро.
Мечтательней наши подростки,
В них больше огня и души,
Чем здесь в молчаливой Суоми,
В болотной карельской глуши…
[Гарднер, 1990. С. 94]

Именно в Финляндии во времена «распятой красоты» (с. 160) возникает подлинная любовь поэта к России, он пишет цикл стихотворений: «Я в Руси», «Святой Руси», «Грядущей Руси». И, как Алеша Карамазов у Достоевского, приемлет в России все:

Все приемлю и нежно люблю –
Вот зачем о Руси я скорблю.
[Гарднер, 1990. С. 72]

Ну а Финляндия? Она осталась «белозвездной вселенной» с «чуждыми душами». В 1942 г. Гарднер пишет «Октавы», в которых признается:

Мне север люб. Мила его природа,
Но чужды часто души северян.
[Гарднер, 1990. С. 158]

Несмотря на «чуждость» северян, Гарднер любил «воздух севера», «мир таинственных сказаний», «полночную Красоту».

И если бы не война 1939 г., не потеря дома на Карельском перешейке, не надорванные струны гарднеровской лиры, возможно, образ Финляндии, созданный поэтом, был бы более светлым, а сам Гарднер остался бы в истории русской поэзии певцом «разноцветного» гранита, сосен и моря – всего того, что он так любил в молодости.

Сотрудница Славянского отдела библиотеки Хельсинкского университета Вера Сергеевна Булич (1898–1954), так же как и Вадим Гарднер, оказалась после закрытия границы в собственном родительском доме на Карельском перешейке на территории другого государства. Культура Финляндии не была для нее чужой. Булич переводила с финского и шведского языков поэзию Катри Вала, Ууно Кайласа, Эдит Сёдергран, Элви Синерво, знала и любила творчество Эйно Лейно. «Поэт смирился со своей участью скитальца, – пишет о Булич исследовательница из Йоэнсуу Н. Башмакова, – и творит на стыке культур <…> она, пожалуй, единственная питала живой интерес к окружающей инородной культурной среде, включала ее органически в свое творчество» [Башмакова, 1992. S. 171–173].

Уже в первом сборнике «Маятник» (1934) появляется образ Финляндии, но лишь как фон, на котором разворачивается лирический сюжет ее стихотворений. В сборнике «Бурелом» 1947 г. почти все стихотворения связаны с прошедшими войнами. Поэтесса, для которой обе страны были родными, создает свои стихи-молитвы и за Россию, и за Финляндию – за «две рядом стоящие планеты»:

И знамением над зарею –
Двух рядом стоящих планет
Сверкает двойною игрою
Апокалиптический свет.
«Суровая зима». 1939–1941
[Булич, 1947. С. 32]

Образ Финляндии в этом «военном» сборнике не становится негативным. Но в стихотворениях о Хельсинки, о финской природе и финнах теперь постоянно присутствует «взгляд на восток» («Гельсингфорс на заре», «Папироса „Беломорканал“», «Эмигрант», «Бурелом»). Поэтесса включает в сборник и довоенные стихотворения 1930-х гг., написанные после «Пленного ветра», одно из которых – «Гельсингфорс на заре» (1938) – содержит вдохновенное живописание финской архитектуры и сюжет о чувстве Е. Баратынского к красавице Авроре Карамзиной, возникшем «под светом северных небес».

Осталось ли что-нибудь в Хельсинки в наследие от времен Баратынского и Авроры, задумывается поэтесса. Да, осталось. Сам простор утреннего города и «тот же взгляд – в разлуке – на восток» (с. 9).

Трагизм судьбы В. Булич проявился в стихах военного времени, в ее известном стихотворении «Бурелом», в цикле «Суровая зима». Поэтессе представляется свое поколение буреломом, а собственная душа – сиротой:

Броди, душа, по миру сиротой,
И в дом чужой ты заходи с опаской.
«Бурелом». 1944. С. 51

Но как бы ни хотела поэтесса не обольщаться чужой теплотой, тепло она находит именно в «чужом углу», ибо в своем – «тьма нежилая»:

Присядем, Муза, у огня,
У жаркой деревенской печки.
Не для тебя, не для меня
Горят рождественские свечки.
Из милости в чужом углу
Мы приютились втихомолку…
(С. 30)

На земле нет благополучия, но и звезды над головой – чужие, ведь родина – это «небо в знакомых звездах» («Родина». С. 59).

Поэтесса испытывает ненависть к войне, но к солдатам обеих воюющих сторон она относится по-матерински. Без злобы пишет В. Булич о финнах, рассматривающих фотокарточки двух девушек, подруг погибшего русского политрука.

Русских женщин красота нежна,
Любовались финны-офицеры.
«Папироса „Беломорканал“». С. 46

Финны для поэтессы – народ, судьба которого не менее трагична, чем судьба народа русского. «Трагична бывает судьба поэта. Достаточно вспомнить наши русские имена <…> Судьба финского поэта, может быть, трагичнее» [Булич, 1947. С. 5]. Поэтесса восхищается новаторством поэзии «пламеносцев» (Tulenkantajat) и той упорной волей, с которой они вели борьбу за утверждение своих идеалов и за свою собственную жизнь, проявляя «знаменитую национальную черту финского характера» [Булич, 1947. С. 6]. Возможно, у финских поэтов В. Булич училась преодолевать трудности. Стихи самой Веры Булич поддерживали во многих русских волю к жизни, оптимизм и надежду.

Русские поэты, жившие в Финляндии между двух войн, для кого Финляндия была действительно родиной, осознавали ее родной, но неласковой страной, а себя нелюбимыми детьми, пасынками.

Переход границы изображался в русской поэзии и прозе по-разному. Это было и реальное пересечение границы с ее таможенными правилами, полицейским надзором, проверкой паспортов, и духовный путь от разобщенности к синтезу, от географических границ к границам бытия, и поэтическая дорога от мира внешнего к миру внутреннему, от двух источников света к свету единому. Образы Финляндии и России, видоизменяясь, в сознании русских авторов, живших возле границы, существовали нераздельно, по выражению Веры Булич, как «две рядом стоящие планеты».

Литература

Башмакова Н. «Мы говорим на разных языках» // Slavica Helsingiensia 11. Studia. Russia Helsingiensia et tartuensia III. Helsinki. 1992. S. 171–173.

Блок А. А. Собрание сочинений: В 8 т. Т. 2. М.; Л.: ГИХЛ, 1960. 468 с.

Булич В. Бурелом. Гельсингфорс: [Б.и.], 1947. 70 с.

Булич В. Ууно Кайлас и Катри Вала // Русский журнал. Хельсинки, 1947. С. 5–10.

Гарднер В. У Финского залива. Избранная лирика / Сост.: Т. Пахмусс, Б. Хеллман; вступ. ст. Т. Пахмусс. Хельсинки: Гранит, 1990. 180 с.

Гарднер В. Избранные стихотворения / Сост.: О. Б. Кушлина, П. Х. Тороп / Предисл. Д. М. Магомедовой. Заключение П. Х. Тороп. СПб.: Акрополь, 1995. 96 с.

Гарднер М. Ф. Запись беседы от 4 июня 1997 г. Хельсинки. Личный архив Е. Г. Сойни.

Зайцев Б. К. Валаам. Таллинн: Странник, 1936. 80 с.

Раудар М. Север и Скандинавия в лирике Блока // Скандинавский сб. Таллин: Ээсти раамат, 1982. Вып. 27. С. 182–198.

Савин И. Только одна жизнь. Нью-Йорк, 1988.

Савина-Сулимовская Л. В. [Пометки на полях]. К читателям // Савин И. Только одна жизнь. Нью-Йорк, 1988. С. 8–10. Архив библиотеки Русского купеческого общества. Хельсинки.

Случевский К. К. Стихотворения. Поэмы. Проза / Вступ. ст. и примеч. Е. В. Ермилова. М.: Современник, 1988. 432 с.

Чагин А. И. Пути и лица. О русской литературе XX века. М.: ИМЛИ РАН, 2008. 600 с.

Чуковский К. И. Дневник 1901–1929. М.: Советский писатель, 1991. 545 с.

Шмелев И. С. Старый Валаам. Checoslovaguie. 1936. 160 с.

Kailas U. Runoja. Helsinki: WSOY, 1966. 260 s.

Pesonen P. Venäläiset Symbolistit ja Suomi // Kirjallisuudentutkijain Seuran vuoskirja. 1977. N 30. S. 1–16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Сойни Елена Григорьевна
старший научный сотрудник, д. филол. наук
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: soini@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 781886

Soini, Helena
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: soini@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 45–56

УДК 811.311

НАСЛЕДИЕ САВОЛАКСОВ В ТОПОНИМИИ КАРЕЛИИ*

Д. В. Кузьмин

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Саволаксы – одна из народностей финского этноса. В статье предлагается анализ ряда саволакских топонимных моделей, ареал которых распространяется на территорию современной российской Карелии, что может свидетельствовать о притоке сюда восточнофинского населения из Финляндии с территории Саво.

Ключевые слова: топонимия, антропонимия, этническая история.

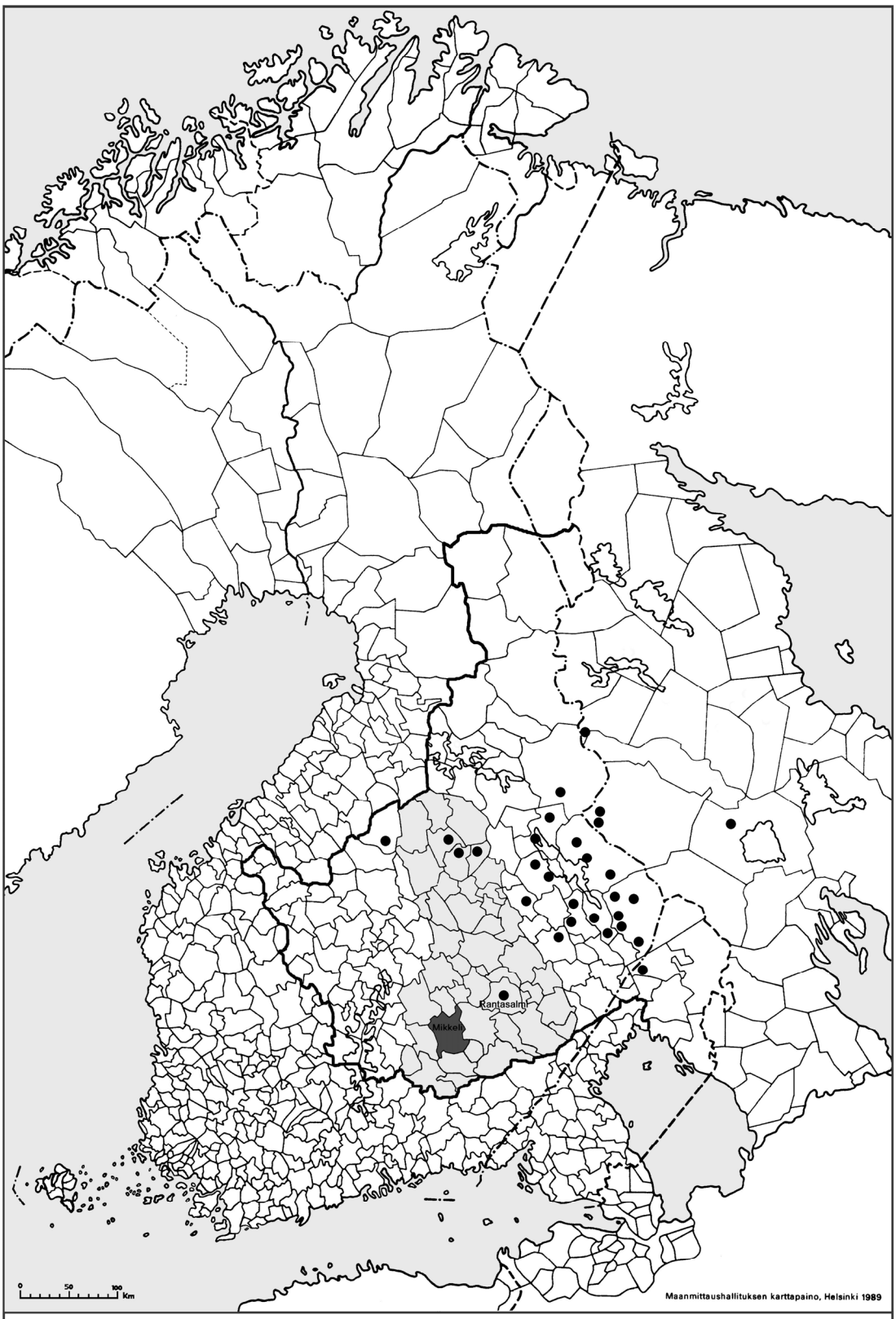
D. V. Kuz'min. SAVONIAN HERITAGE IN THE TOPONYMY OF KARELIA

Savonians are one of the ethnic groups of Finns. The paper presents an analysis of several Savonian toponymic models, which range covers the territory of modern Russian Karelia. This range may indicate the influx of the Eastern Finnish population from the territory of Savonia (Finland).

Key words: toponymy, anthroponymy, ethnic history.

Саволаксы являются одним из ответвлений древней корелы, связь с которой они стали постепенно утрачивать после передачи Швеции трех карельских погостов (Саволакс, Яски и Эврямпя) согласно условиям Ореховецкого мирного договора 1323 г. Переселение древних карелов с территорий, прилегавших к Ладожскому озеру, началось в начале второго тысячелетия н. э. С этого времени можно говорить и о начале формирования племени саволаксов [Pirinen, 1988a. S. 15]. Главной причиной переселения карельского населения на будущие южносаволакские территории – окрестности озера Саймаа – была пушная промысловая деятельность, которая активизировалась на рубеже тысячелетий в связи с усилением спроса на пушнину [Pirinen, 1988b. S. 356]. В конце Средних веков северная граница расселения саволаксов проходила приблизительно по северной границе современного прихода Миккели, расположенного в юго-восточной части Финляндии (карта 1) [Soininen, 1961. S. 31]. Однако уже в середине XVI в. усиление налогообложения и похолодание климата, прирост населения и практикуемое саволаксами подсечное земледелие стали теми причинами, которые вызвали активное освоение ими обширных территорий к северу, западу и востоку от своих коренных территорий [Jutikkala, 1958. S. 98–99]. При этом современные северосаволакские территории, с которыми граничит Беломорская Карелия, были заселены ими не ранее первой половины XVII в. Так, например, на территории финляндской провинции Кайнуу, непосредственного соседа западных частей карельского Беломорья, еще в середине XVI в. не было постоянного населения, а многие ее современные поселения ведут свой отсчет только с начала XVII в. [Keränen, 1986. S. 345, 391].

* Работа выполнена в рамках проекта РГНФ 11-34-00337а2.



● - Pahakala(inen)

ᔕ - Современная граница распространения диалекта Саво

- Территория расселения саволаксов к началу XVII века

Карта 1

Вопрос о продвижении саволаксов на территорию Карелии до сих пор специально не ставился, поскольку в распоряжении исследователей не было надежного дистрибутирующего материала. Исследования в области топонимики предоставляют в наше распоряжение такой материал. В статье предлагается анализ нескольких выявленных нами саволакских топонимных моделей, ареал которых распространяется на территорию Карелии, главным образом в Беломорскую Карелию, и может, таким образом, свидетельствовать о притоке сюда восточнофинского населения.

1. Pahakala. Примером освоения Карелии с территории финляндской Северной Карелии, которая граничит с современной российской Средней Карелией, может быть лимнонимная модель *Pahakala(lampi)* (букв. плохая рыба), которая фиксируется в российской Карелии в 4 местах: это три небольших озера *Pahakala* в окрестности деревень Чиассалми, Реболы и Короппи, располагавшихся в Средней Карелии, а также озеро *Pahakala* в районе бывшей деревни Тетринаволок, находившейся на юго-западе Беломорской Карелии.

Очертания ареала и его плотность на разных участках указывают на то, что данный тип наименования появился именно в финляндской Северной Карелии (карта 1), т. е. на территории распространения северо-восточных саволакских говоров финского языка.

Финляндский исследователь Э. Кивиниеми предполагает, что основанием номинации объектов данного типа могла стать скудность водоемов с названием *Pahakala* рыбой. Однако информанты на территории Финляндии отмечают, что некоторые из озер рассматриваемого типа являются рыбными, что заставляет усомниться в предложенной интерпретации. В карельском языке, например, слово *paha* используется в значении «маленький, незначительный», таким образом, можно предположить, что основанием номинации озер мог стать небольшой размер обитающих в них рыб. Подтверждением этого может быть сведение об озере *Pahakalainen* с территории бывшего карелоязычного прихода Корписельга в Финляндии, в котором, по словам информаторов, ловился только окунь незначительного размера [NA].

Поскольку модель *Pahakala* выступает в Карелии и Финляндии в наименовании небольших по размеру озер, а также фиксируется на достаточно ограниченной территории, данный тип не может быть древним в ареале своего распространения. В связи с этим Э. Кивиниеми считает, что данная модель могла появиться не более двух веков назад [Kiviniemi, 1990. S. 215]. Впрочем, в одном из документов 60-х гг. XVI в. с территории прихода Рантасалми, находящегося в Пиен-Саво (букв. Малое Саво), упоминается название *Pahankalan randa* [Alanen, 2006. S. 115]. Таким образом, данная фиксация свидетельствует о том, что модель существовала уже в XVI в., кроме этого, она указывает, на наш взгляд, и на возможную территорию появления самой модели.

Нет сомнений, что в Карелию тип был перенесен новопоселенцами из финляндской Северной Карелии. Судя по ареалу, модель не проникла вглубь территории Карелии, а сконцентрировалась в приграничье. Это ареал согласуется, например, с зафиксированным в начале XX в. в юго-западной Беломорской Карелии родовым преданием о заселении деревни Тетриниеми, находившейся в Контокской волости. Согласно ему, предки рода Богдановых переселились на рубеже XVIII–XIX вв. из Нурмеса [Engelberg, 1912. S. 102; Itkonen, 1928. S. 1], который располагается как раз на территории финляндской Северной Карелии и где, как свидетельствует картотека ономастического архива Финляндии, тип *Pahakala* фиксируется в топонимии указанного населенного пункта.

Требует комментариев вопрос об этнических истоках населения, которое могло перенести данную модель с территории современной Финляндии в российскую Карелию. Из истории известно, что этот регион входил до заключения Столбовского мирного договора в состав Карельского уезда и был заселен преимущественно карелами. Однако после событий середины XVII в. большая часть карельского населения покинула эту территорию, переселившись в Россию. Таким образом, если бы тип был продуктивен в тот период истории в среде карелов, то стоило бы ожидать более многочисленных фиксаций модели в российской Карелии. Однако здесь тип малопродуктивен. В связи с этим можно полагать, что названия озер *Pahakala* могли появиться в северной части бывшего Карельского уезда уже после событий исхода карелов с родовых территорий, т. е. с приходом сюда восточнофинского населения из Саво. В самой Финляндии тип был, по всей видимости, продуктивным непродолжительное время, поскольку не получил широкого распространения за пределами территории северо-восточного саво.

В то же время нельзя исключить, что распространение модели связано не только с отселением восточнофинского населения, но и с возможным переселением к соплеменникам в Россию отдельных представителей или какой-то группы карельского населения, которая

могла усвоить данную модель от саволаксов. При этом переселение уже не носило массового характера и датируется периодом не ранее последней четверти XVII в.

2. -vesi. Интересный, хотя и не бесспорный пример проникновения саволакского населения на территорию Карелии отражает топонимическая модель с детерминантом *-vesi* ‘вода’, широко представленная в топонимии саво (карта 2). Данная модель используется для называния озер, причем таких, которые являлись на ранних этапах истории важными водными магистралями [Hakanen, 1989. S. 55].

Данный тип уходит своими корнями в Средние века. При этом первые фиксации относятся к коренной территории средневековой корелы в окрестностях Выборга. В документе Ореховецкого мирного договора 1323 г. упомянуты два названия рассматриваемого типа – *Ylävesi* и *Suomenvesi* [Кочкуркина и др., 1990]. Документ указывает также на то, что это территории традиционного карельского землепользования, поэтому в действительности возраст топонимной модели может быть и более древним.

Иначе говоря, можно предположить, что модель могла родиться в древнекарельской среде на северо-восточном побережье Финского залива. В одном ряду находится упомянутое в одной из новгородских берестяных грамот, датируемой рубежом XIV–XV вв., озеро *Коневые воды*, которое без сомнения является переводной калькой карельского названия Orihvesi с территории Иломанского погоста Карельского уезда. Здесь же, а также на промысловых карельских территориях, отошедших в 1621 г. Швеции, фиксируются и другие названия рассматриваемого типа: ср. Rikkavesi (XV в.), Puruvesi (XV в.), Kallavesi (1461 г.) и др.

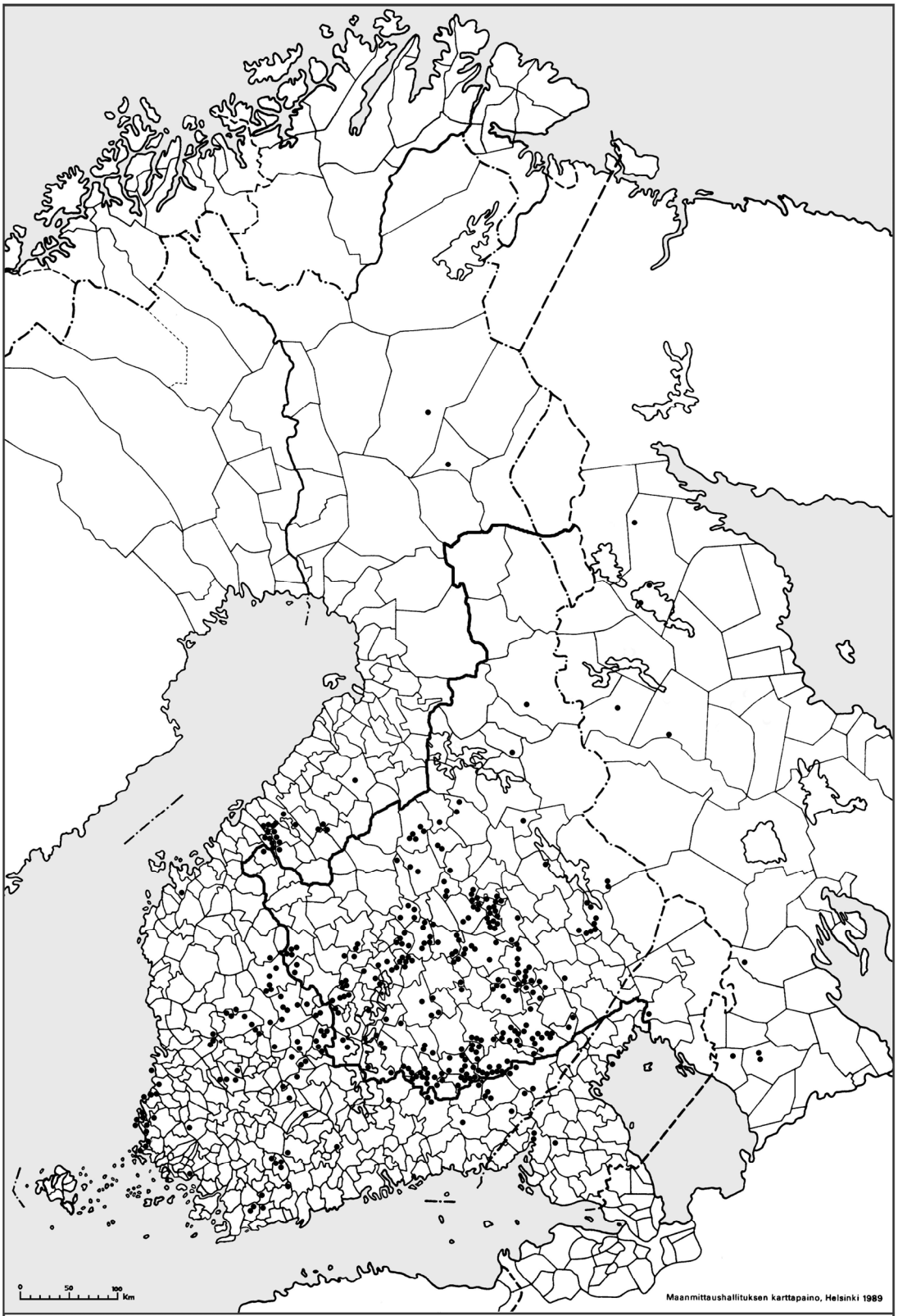
Стоит, однако, отметить, что модель все же слабо представлена на коренных карельских территориях в Приладожье. Возможно, что рассматриваемый тип на *-vesi* к моменту заключения Ореховецкого мирного договора еще не получил широкого распространения, и тем самым после передачи Швеции трех карельских погостов Яски, Саволакс и Эвряпя функционирование модели и ее распространение происходило уже в среде формирующегося саволакского населения.

Современное распространение модели практически полностью вписывается в границы бытования диалекта саво. На мой взгляд, модель набирает популярность в Саво, а также в северных частях бывшей губернии Хяме, граничащей с губернией Саво, начиная с конца XV в. и распространяется оттуда с оттоком населения на новые места проживания. Своего же расцвета модель достигает, по всей видимости, к середине XVI в.

К концу XVI – началу XVII в. модель теряет уже свою популярность в среде саволакского населения, о чем свидетельствует топонимия с территории северного Саво, например, Кайнуу, где тип на *-vesi* имеет единичные фиксации. Тем не менее модель продолжает использоваться для наименования новых объектов и после середины XVI в. В качестве примера можно привести название озера Kiuruvesi в Центральной Финляндии, которое в его современном написании фиксируется только с 1625 г., хотя в документах 1546–1562 гг. оно известно еще как *Kiuru Jerffwi* [Suomalainen paikannimikirja, 2007].

Подтверждают высказанную мысль и данные с территории Карелии. В современной Карелии модель имеет, на мой взгляд, именно саволакские корни, хотя, как уже отмечалось выше, сама модель изначально может являться карельской по происхождению. В топонимии российской Карелии известно 9 названий, которые содержат детерминант *-vesi/-vezi*. Из них четыре названия зафиксированы в топонимии ливвиковского ареала в Южной Карелии: ср. озера-ламбины *Buoluvezi* (Торосозеро), *Soudovezi* (Кескозеро), *Ristuvezi* (Кукойваара), *Kalavezi* (Сяпчезеро), и пять – в Беломорской Карелии, главным образом в ее северных частях, ср. *Liinavezi* (Пизьмагуба), *Suovesi* (Костамукша), *Halkivesi* (Кестеньга), *Niskovesi* (Кукасозеро) и *Valaisvesi* (Валасрека). На то, что название на *-vezi* могло быть перенесено с территории современной Финляндии, указывает, на мой взгляд, и наименование деревни Kukoinvuaru у ливвиков, поскольку детерминант *-vuaru* со значением ‘возвышенность’ не свойствен в целом ливвиковской топонимии и может быть свидетельством того, что ее основатели могли быть переселенцами как из Саво, так и из Корельского уезда.

Кроме этого, известно два названия на -vesi/-vezi с карелоязычной территории финляндской Рая-Карьяла: ср. часть Ладожского озера *Lačču̇vezi* (Пелдойне) и озерко *Lähdevesi* (Алатту). Как и на территории Финляндии, модель выступает на севере Карелии в наименовании частей крупных водоемов, таких, как, например, Топозеро и озеро Нюк. В то же самое время на юге Карелии у ливвиков она представлена в наименовании относительно небольших озер-ламбин. Модель, по всей видимости, является в топонимии Карелии достаточно поздней, поскольку известно, что саволаксы начинают активно осваивать территории к северу и востоку от своей прародины, начиная, главным образом, с XVII в., таким образом,



Карта 2

и распространение названий на *-vesi* в Карелии может быть увязано с этим периодом истории. Кроме этого, известно, что основной этап освоения северных частей Беломорской Карелии начинается только на рубеже XVII–XVIII вв. Так, например, Кестеньга упомянута

новообразовавшимся однодворным поселением в 1679 г., в то время как двудворная деревня Валасрека появляется впервые в документах только в 1723 г.

В то же время нельзя исключить возможности появления названий на территории карельского Беломорья и в более раннее время. Так, документ 1626 г. сообщает, что из Кексгольмского лена (Корельского уезда) пришли на север Беломорской Карелии, на Топозеро, где располагались деревни Кестеньга и Валасрека, четыре брата-крестьянина, которые являлись шведскими подданными. Через два года эти «немчины» явились в Колу с просьбой крестить их в православие. Власти велели переправить беглецов к Белому морю в Кереть. В том же 1628 г. царь потребовал отдать «выходцев» шведам [Жуков, 2003. С. 100–101]. Однако неизвестно, был ли этот приказ выполнен.

Предания о заселении некоторых деревень, а также немногочисленные исторические документы, в которых упоминаются поселения, в топонимии которых зафиксированы названия с детерминантом -vesi, также могут быть использованы в качестве свидетельства прихода населения с территории Финляндии. Так, например, в 1763 г. в деревне Пизьмагуба проживал Петр Фофанов, который прибыл с территории Шведского государства и принял православие [Pöllä, 1995. S. 172]. Согласно родовым преданиям, которые были зафиксированы в XIX в. в деревне Костамукша, представители всех трех коренных родов этой деревни переселились на рубеже XVII–XVIII вв. с территории Финляндии: Ватанены (упом. в 1679) из местечка Leppävirrat [Itkonen, 1928. S. 1], по другой версии из Iisalmi [Juvelius, 1888. S. 65]; оттуда же родом были Ругоевы [Juvelius, 1888. S. 65]. Родиной жителей с фамилией Пекшуевы (упом. в 1679-м) упомянуто Kiuruvesi [Juvelius, 1888. S. 65]. Все населенные пункты, о которых идет речь в преданиях, находятся в Центральной Финляндии, на территории бытования диалекта саво, и в топонимии этих мест тип на *-vesi* известен.

3. Hoikka-. Следующий пример отражает противопоставление топонимных основ *hoikka-* (кар. hoikka ‘узкий’) и *kaita-* (кар. kaita ‘узкий’) в названиях узких по форме озер и представляет собой так называемую ареальную семантическую оппозицию, когда одна и та же идея выражается разными этноязыковыми коллективами по-разному.

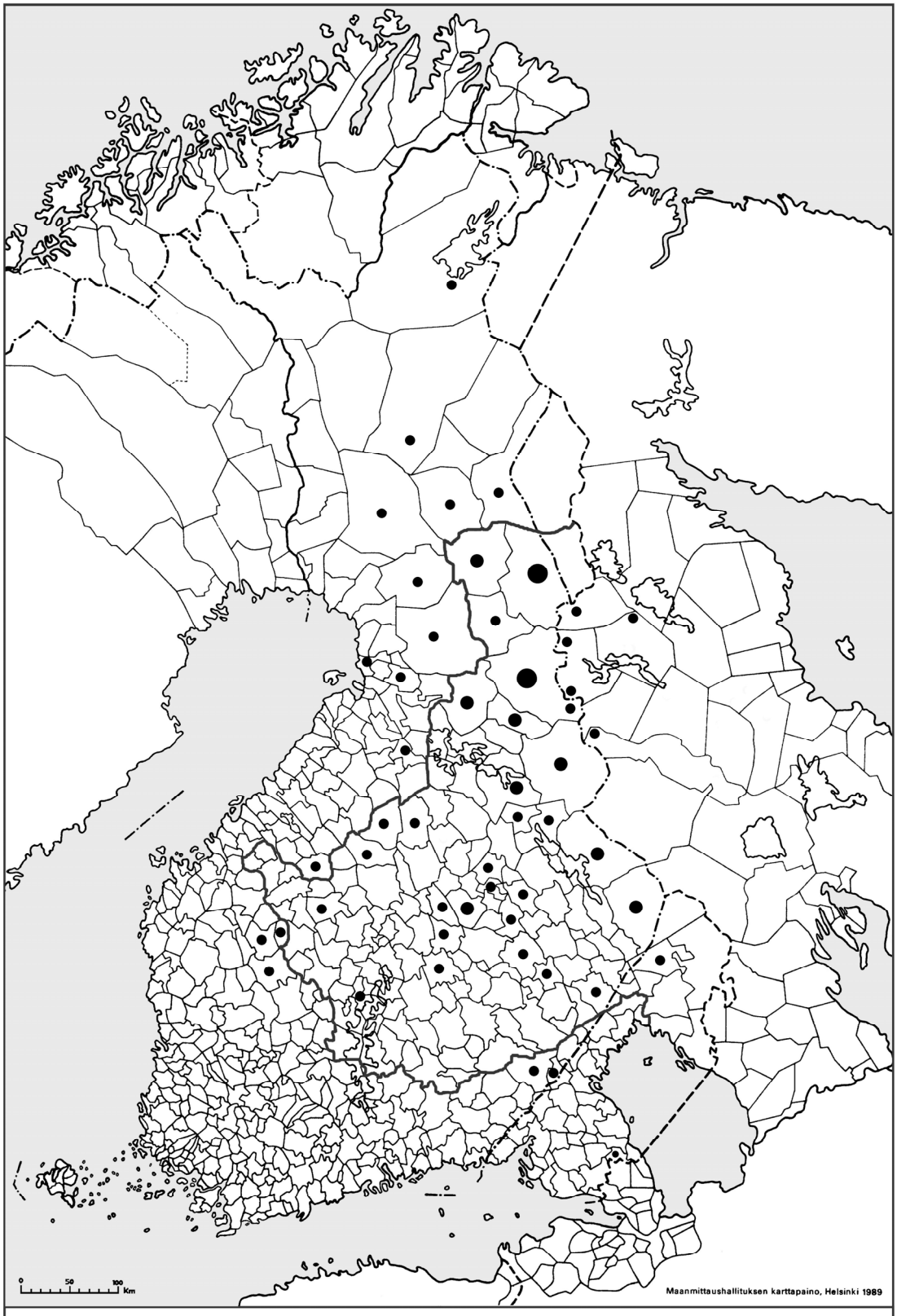
На карте видно, что модель *hoikka-* широко бытует в ареале Саво, практически вписываясь в границы последнего (карта 3). Особенно продуктивна она, судя по густоте сетки названий *Hoikkajärvi* и *Hoikkalampi*, в восточном Кайнуу. Можно полагать, что именно отсюда модель проникла на восток, в Беломорскую Карелию, где представлена шестью фиксациями: в деревнях Кандонаволок, Регозеро, Лапукка, Войница, Хиетаярви и Миноозеро. Все они группируются на самом западе беломорского ареала и неизвестны за пределами этой территории. Все остальное Беломорье, а также карельские территории к югу от него, вплоть до Приладожья, используют в названиях узких озер модель *Kaitajärvi*. Исходя из этого, можно полагать, что тип *hoikka-* в западной Беломорской Карелии может быть связан с саволакскими корнями и противостоит собственно-карельской модели *kaita-*.

Карта Клаеса Клаессона 1650 г. по территории Кайнуу и смежных районов Беломорской Карелии позволяет высказать некоторые соображения о хронологии данной саволакской модели в западном Беломорье. Дело в том, что на ней отмечено озеро под названием *Hoika jerfui* (**Hoikkajärvi*) в окрестностях беломорской деревни Лапукка [KA, MH 107/2 D 3/1]. Следовательно, уже в середине XVII в. модель была известна в Беломорье и не могла, видимо, появиться здесь раньше второй половины – конца XVI в., когда, как известно, начинается освоение Кайнуу со стороны Саво [Räisänen, 1990. S. 107]. Таким образом, ареал гидронимной модели *Hoikkajärvi* объединяет Беломорскую Карелию с восточной Приботнией, позволяя предполагать единые истоки модели и, соответственно, населения.

4. Kolmisoppi. На территории Восточной Финляндии хорошо известна также лимнонимная модель *Kolmisoppi*. При этом ее распространение четко ограничено границами бытования говоров диалекта саво (карта 4), что свидетельствует о том, что модель названия имеет саволакские корни.

Топоним *Kolmisoppi* восходит к сложному по структуре слову со значением ‘треугольный или с тремя углами’. Во всех случаях речь идет об объектах, которые по форме напоминают треугольник, что подтверждают как объяснения информаторов, так и форма самих объектов.

В Карелии зафиксировано только одно название рассматриваемого типа – это озеро *Kolmisoppi* в окрестностях деревни Контокки. При этом присутствие его в западной части Беломорской Карелии укладывается в рамки единого с Финляндией ареала. Таким образом, оно имеет те же истоки, что и соответствующие названия в Кайнуу и финляндской



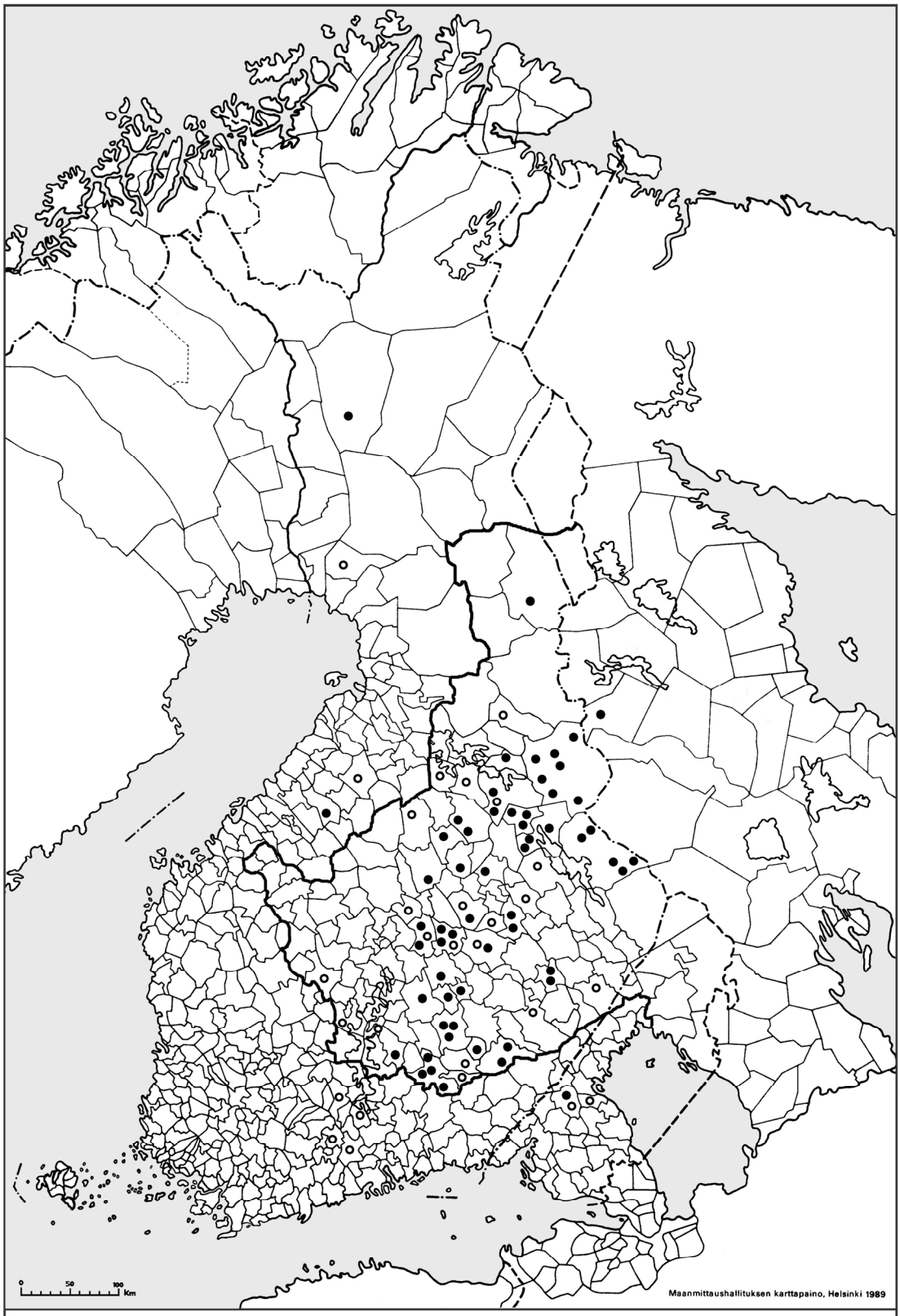
Hoikkajärvi / Hoikkalampi

● : 1-2 топонима

● : 3-4 топонима

● : 5- топонимов

Карта 3



● - гидронимы (озера) Kolmisoppi / Kolmisopen-

○ - другие географические объекты

Карта 4

Северной Карелии (район озера Пиэлинен), и не противоречит предположению о появлении названий в результате отселения населения из Саво. Выше уже было отмечено, что саволаксы начинает осваивать территорию Кайнуу со второй половины XVI в., при этом основная масса населения переселяется туда на протяжении XVII в. [Räisänen, 1990. S. 107]. Именно к этому времени можно отнести и появление названия в окрестностях деревни Контокки.

Подтверждением этого может быть записанное в деревне Контокки предание, согласно которому род Петровых переселился в Беломорскую Карелию из Финляндии. В Контокках Петровы традиционно проживали в части деревни с названием *Mäkkälä*. Согласно данным топонимического архива Финляндии, основа *mäkkä-* фиксируется в топонимии Финляндии единожды в приходе Рантасалми в Пиен-Саво (ср. мыс *Mäkkälänniemi*). Таким образом, можно предположить, что именно представители рода Петровых могли принести некогда данное наименование при переселении в Карелию.

5. Hietajärvi/Hietalampi. Следующий пример представлен топонимной моделью *Hietajärvi/Hietalampi* (песчаное озеро или песчаная ламбина). Апеллятив *hieta* со значением ‘песок или мелкий песок’ является западнофинским по распространению, в то же время он фиксируется ограниченно и на территории бытования восточнофинских саволакских говоров [SMK]. Помимо финского, апеллятив *hieta* известен также карельскому и ижорскому языкам [SSA], где, как и в восточнофинских говорах, больше все же распространен апеллятив *hiekka* с тем же значением.

Данный тип названий является достаточно древним, поскольку встречается уже в одном из описаний границы между Новгородом и Швецией на Карельском перешейке в 1400 г. (ср. *Hetajärfwij* < **Hieta-*) [Finlands medeltidsurkunder, 1910. S. 485].

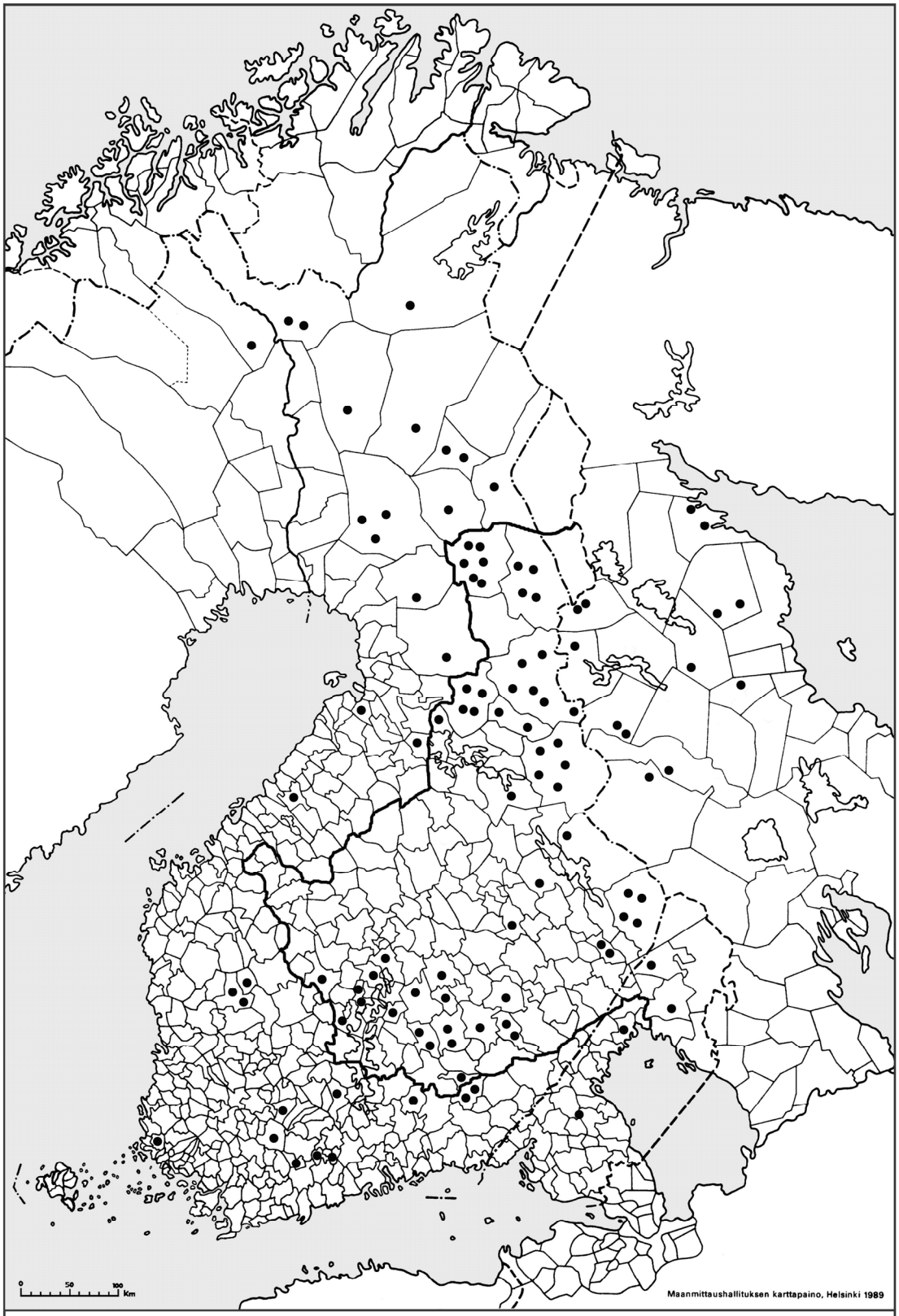
Картографирование модели показывает (карта 5), что большинство названий на *Hietajärvi/Hietalampi* в Финляндии, так же как и в предыдущих случаях, находится на территории бытования саволакских говоров.

Вероятно, с миграционной волной из южного Саво тип распространяется позже в современную финляндскую Северную Карелию, а также далее на север Финляндии. Нам в данном случае наиболее интересны опять же названия на пограничной с Беломорской Карелией территории современной финляндской губернии Кайнуу. Судя по распространению названий на карте, данный тип наименования проникает в западные части Беломорской Карелии, а также на северные территории бывшей Олонецкой губернии именно отсюда. В Кайнуу в приходе Кухмо названия с атрибутом *hieta-* фиксируются, например, на уже упомянутой карте Клаеса Клаессона 1650 г. (ср. *Hetaj*. и *Hetajerfui*) [KA, MH 107/2 D 3/1]. Таким образом, так же как и модель *hoikka-*, тип на *hieta-* уже в середине XVII в. был известен на сопредельной с Беломорской Карелией территории и, как уже указывалось, не мог появиться здесь раньше конца XVI – начала XVII в. Здесь стоит упомянуть, что Кайнуу было заселено, главным образом, в процессе освоения его двумя колонизационными потоками: из Южного Саво, где, как упоминалось, модель могла появиться, а также из Похьянмаа [Kettunen, 1947. S. 81].

Следует, однако, иметь в виду, что апеллятив *hieta* известен и карельскому языку, что в принципе не исключает возможности появления, по крайней мере, ряда названий на *Hietajärvi /Hiedalambi* в среде карельского населения. Основа *hieta-/hieda-* относительно рано фиксируется и на территории Карелии. Об этом свидетельствует, например, название острова *Хедостров* (**Hiedasuari*) в Онежском озере, упомянутое в документе XVI в. в районе Челмужей [МПИК, 386]. Кроме Челмужей основа *hieta-/hieda-* выступает также в названиях трех островов Белого моря (ср. *Хедостров* в окрестностях Кандалакши, Поньгомы и Унежмы). Появление двух последних названий можно отнести, по всей видимости, к периоду не позднее XV–XVI вв., после которого побережье Белого моря стало активно осваиваться русскоязычным населением.

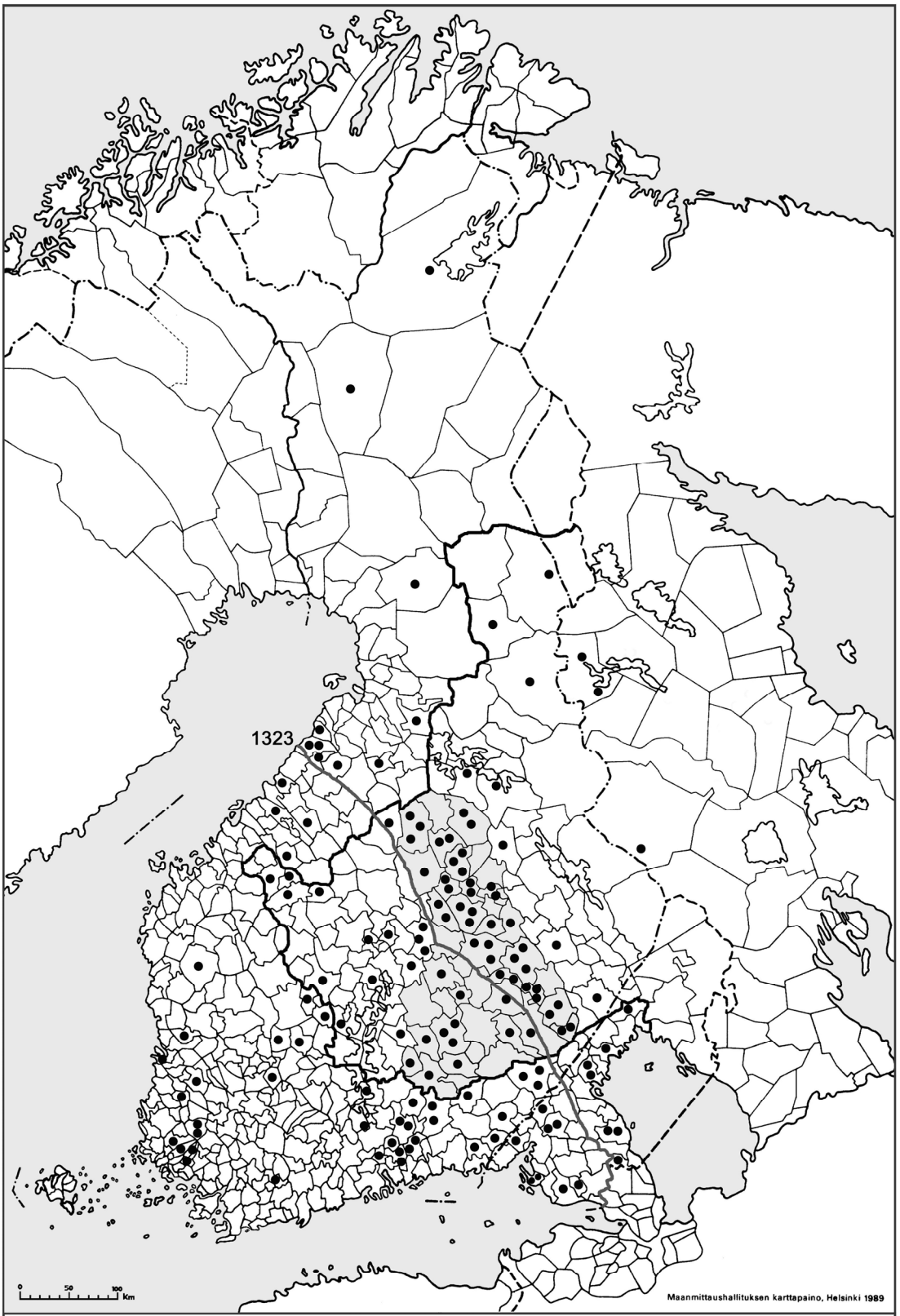
С другой стороны, тип *Hietajärvi/Hietalampi* имеет на родовой карельской территории единичные фиксации, что может, на наш взгляд, свидетельствовать о том, что модель все же была перенесена как в Приладожье, так и в современную Карелию с запада (т. е. с саволакских территорий).

Подводя итог, можно с большой долей уверенности говорить о том, что появление в топонимии Карелии всех рассмотренных топонимных типов может быть увязано с освоением данного региона выходцами из Саво. Хотя обозначенные саволакские модели разновременны по происхождению, все они, на мой взгляд, не могли распространиться в топонимии Карелии раньше начала – середины XVII в. «Лакмусовой бумажкой» может быть в данном случае сопредельная с карельским Беломорьем территория Кайнуу, поскольку многие поселения здесь, как отмечалось выше, рождаются только к началу XVII в. К этому периоду истории соответственно необходимо привязывать и распространение саволакских типов в российскую Карелию.



● - Hiedajärvi / Hietajärvi / Hiedalambi / Hietalampi

Карта 5



● - Savo- / Savon-

Карта 6

Подтверждением этого может быть также распространение топоосновы savo(n)- «саволакс(кий)». В Карелии зафиксировано три названия данного типа: ср. покос Savonurmi в Кибошнаволоке в Ребольской волости, а также скала Savo(n)kallivo и мыс Savoniemi в Толлореке

и Войнице в Беломорской Карелии. В основе данного названия в Войнице мог закрепиться и антропоним, поскольку в документе 1678/79 г. в Войнице упоминается род Савуевых [Pöllä, 1995. S. 84] (ср. кар. Savo(i) – рус. Савва, греч. Sabbas). Отметим при этом, что мыс находится непосредственно в деревне Войница. Тем самым полуостров Savoniemi мог быть местом жительства/однодворной деревней представителей этого рода.

Распространение названий на *savo(n)-* в Финляндии характеризует, по моему мнению, этническую ситуацию рубежа XVI–XVII вв. (карта 6). Ареал свидетельствует о том, что саволакская экспансия на север не перешла еще северных пределов Губернии Саво того времени. Тем самым можно предполагать, что современное Кайнуу было в тот период истории промысловой территорией, главным образом, карелов, а также финского населения Приботнии. Карта также показывает, что Пиен-Саво было некогда тем регионом, где происходило активное карело-саволакское контактирование. Отметим также, что согласно записанным в Беломорской Карелии родовым преданиям, часть населения, переселившегося в Карелию из Финляндии, была родом именно из Пиен-Саво.

Литература

Жуков А. Ю. Управление и самоуправление в Карелии в XVII в. Великий Новгород: НовГУ им. Я. Мудрого, 2003. 256 с.

Кочкуркина С. И., Спиридонов А. М., Джаксон Т. Н. Письменные известия о карелах. Петрозаводск: Карелия, 1990. 42 с.

Материалы по истории Карелии XII–XVI вв. Петрозаводск, 1941. 386 с. (в тексте – МПИК).

Alanen T. Pien-Savon maantarkastusluettelo vuosilta 1562-64 / Toim. T. Alanen. Helsinki: Kotimaisten kielten tutkimuskeskus, 2006. 115 s.

Engelberg R. Kansantietoja Pohjois- ja Itä-Suomesta ja Venäjän-Karjalasta. Helsinki, 1912. 102 s.

Finlands medeltidsurkunder. 1400. Helsingfors, 1910. 485 s.

Hakanen A. Liekovesi ja Hauhajärvi // Sananjalka 31. 1989. 55 s.

Itkonen T. I. Karjalaiset // Suomen suku. II osa. Helsinki: Otava, 1928. S. 1–71.

Jutikkala E. Suomen talonpojan historia. II painos. Turku: SKST, 1958. 480 s.

Juvelius J. W. Muistoja Pohjoisen Venäjän Karjalan muinaisuudesta. Helsinki: SKS, 1888. 65 s.

Kansallisarkisto (Национальный архив Финляндии) (в тексте – KA, последующие буквы и цифры обозначают номер дела).

Keränen J. Uudisraivauksen ja rajasotien kausi // Kainuun historia. Kajaani: Kainuun Sanomain kirjapaino OY, 1986. S. 203–597.

Kettunen L. Savolaismurteiden synty ja levinneisyys // Savon historia. I osa. Esihistoria ja keskiaika. Kuopio: Savon Sanomain kirjapaino OY, 1947. S. 65–82.

Kiviniemi E. Perustietoa paikannimistä. Helsinki: SKS, 1990. 215 s.

Nimiarkisto (Kotus. Helsinki) (в тексте – NA).

Pirinen K. Savonhistoria II: 1 Rajamaakunta asutusliikkeen aikakautena 1534–1617. Pieksämäki: Kustannuskiila Oy, 1982. 270 s.

Pirinen K. Sukunimet keskiajan asutussuhteiden ilmaisijoina II // Sukuviesti 6. Helsinki, 1988a. 15 s.

Pirinen K. Savon keskiaika. Savonhistoria I. Toinen, kokonaan uudistettu laitos. Kuopio: Kustannuskiila Oy, 1988b. 356 s.

Pöllä M. Vienan Karjalan etnisen koostumuksen muutokset 1600–1800-luvulla. Helsinki: SKS, 1995. 172 s.

Räisänen A. Zur Entstehung des Namengutes in der Einöde Kainuus // Namenkunde in Finnland. Pieksämäki: Studia Fennica 34, 1990. S. 91–108.

Soininen A. M. Pohjois-Savon asuttaminen keski- ja uuden ajan vaihteessa. Historiallisia tutkimuksia. Helsinki: Suomen historiallisen seuran julkaisuja LVIII, 1961. 31 s.

Suomalainen paikannimikirja. Jyväskylä, 2007. 500 s.

Suomen murteiden kokoelma (Kotus. Helsinki) (в тексте – SMK).

Suomen sanojen alkuperä. Etymologinen sanakirja. I. Helsinki: SKST 556, 2001. 469 s. (в тексте – SSA).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Кузьмин Денис Викторович
научный сотрудник, к. филол. наук
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kusmiccu@hotmail.com
тел.: (8142) 781886

Kuz'min, Denis
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kusmiccu@hotmail.com
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 57–65

УДК 809.454 (084.4)

ВЕПССКИЕ МАТЕРИАЛЫ В НЕКОТОРЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ СЮЖЕТАХ НА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ КАРТАХ ALFE: ТРАДИЦИИ, ИННОВАЦИИ, КОНТАКТЫ

Н. Г. Зайцева

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В статье содержатся некоторые размышления по поводу группы терминов земледельческого характера, представленной на картах Лингвистического атласа прибалтийско-финских языков (Atlas Linguarum Fennicarum = ALFE). Как показывает анализ, в именовании таких понятий, как «подсека», «борона», «сноп», «навоз, помет», «молотить» и некоторых других, вепсский язык, в противовес, например, карельскому, примыкает к юго-западной прибалтийско-финской зоне в союзе с эстонским языком и юго-западными финскими диалектами, свидетельствуя о раннем проявлении элементов земледелия у вепсского населения и в связи с этим отчасти проливая свет на северные границы древневепсского расселения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лингвистическая география, атлас, прибалтийско-финские языки, вепсский язык, языковые контакты.

N. G. Zaitseva. VEPSIAN MATERIALS IN SOME HUSBANDRY-RELATED PLOTS IN ALFE LINGUISTIC MAPS: TRADITIONS, INNOVATIONS, CONTACTS

The paper communicates some thoughts about the group of husbandry-related terms from maps of the Atlas Linguarum Fennicarum (ALFE). Analysis shows that in the naming of concepts such as «slash-and-burn», «harrow», «sheaf», «manure, dung», «thresh», and some others the Vepsian language, in contrast, for instance, to the Karelian language, adjoins the south-western Balto-Fennic zone in union with the Estonian language and south-western Finnish dialects, indicating elements of husbandry had appeared among Vepsian people quite early, and thus throwing some light upon the northern boundaries of the Old Vepsian settlement range.

K e y w o r d s: linguistic geography, atlas, Balto-Fennic languages, Vepsian language, language contacts.

Лингвистические атласы могут быть посвящены какой-то одной проблеме, которая решается путем представления ее средствами лингвистической географии, могут быть многоплановыми, комплексными, дающими информацию о разных сторонах материальной и духовной культуры народов, интересных для различных научных дисциплин. Такого рода атласом является Лингвистический атлас прибалтийско-финских языков [Atlas Linguarum Fennicarum = ALFE: см. Карта-основа 2, на которой проиллюстрированы современные ареалы расселения прибалтийско-финских народов. Все карты, использованные в данной

статье, подготовлены сотрудницей Научно-исследовательского центра (НИЦ) языков Финляндии Аннели Хяннинен], который создавался в течение почти двух десятков лет международным коллективом авторов из Финляндии, Эстонии, Карелии. Весь труд включает в себя три тома, которые вышли в 2004, 2007 и 2010 гг. Главным редактором всей работы был профессор Туомо Туоми из Финляндии, а каждый том имел собственного редактора: I том редактировал профессор Сеппо Сухонен из Финляндии, II том – профессор Тийт-Рейн Вийтсо из Эстонии, III том – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник Института языка, литературы и истории КарНЦ РАН В. Д. Рягоев. В первом томе сосредоточены карты, посвященные различным важным явлениям окружающей жизни: страны света, именования различных отрезков времени и дней недели, ориентация в пространстве и т. д., во втором – карты, посвященные анатомии и физиологии человека, его интеллектуальной деятельности, терминологии родства, животному и растительному миру, названию оттенков цветовой гаммы т. д., в третьем, представляющем особый интерес для этнологов, – карты, посвященные развитию терминов земледелия, животноводства, охоты, ремесел, домашнего хозяйства, средств передвижения и т. д.

Несмотря на то что целью лингвистического атласа является нанесение на карты языковых явлений, а географические реалии на нее не наносятся, материалы любого лингвистического атласа, несомненно, могут свидетельствовать о том, насколько ландшафтные реалии влияют на расселение людей, на расположение этнических сообществ и даже на формирование традиционных занятий и, таким образом, на распространение языковых явлений. Например, большие водоемы, с одной стороны, разъединяли людей, с другой стороны, соединяли, так как появлялись другие возможности для общения, другие магистрали для путей передвижения и языковых и культурных контактов. Это исключительно наглядно демонстрируют карты атласа. В качестве одного из примеров можно привести географические рефлексы по распределению слов *kesä* и *suvi*, обозначающих понятие «лето». Они характеризуют исторические морские контактные зоны: весь эстонский ареал и прибрежный юго-запад Финляндии с лексемой *suvi* противостоит остальной прибалтийско-финской зоне с лексемой *kesä* [см. карта «Лето (kesä/suvi)»; см. также ALFE, 2004. С. 303].

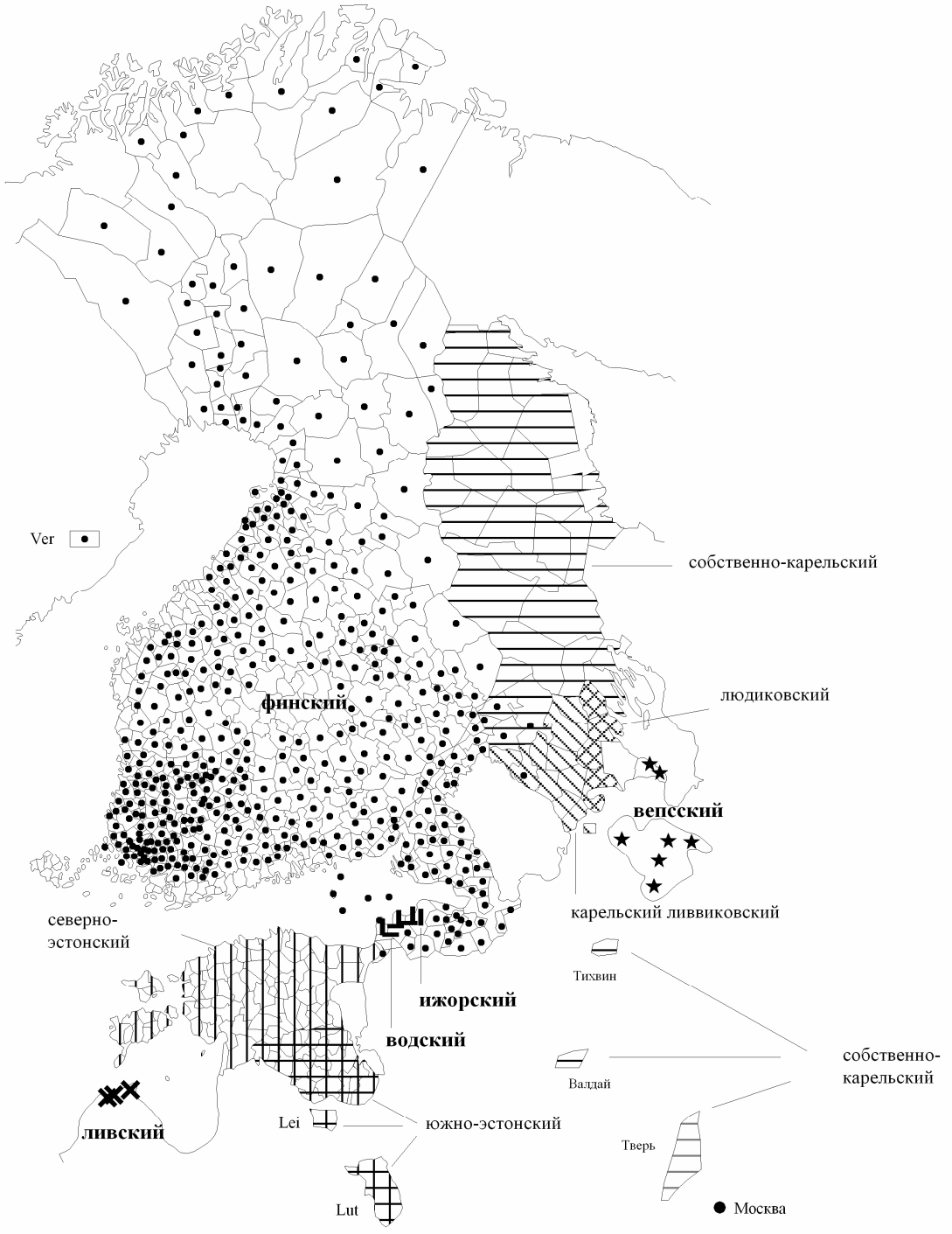
Если бы была возможность совместить лингвистические карты с их географическими реалиями, то можно бы проследить воздействие некоторых ландшафтных, административных и исторических факторов на распространение именно языковых явлений. Для возможности привлечения их к сопоставлению при исследовании к первому тому ALFE приложены карты диалектных ареалов, границ водных бассейнов, карты с нанесением на них постоянных поселений Финляндии XV в., монастырей в Средние века, крепостей в 1540-е гг., границ по Ореховецкому миру (1323 г.), по Тявзинскому миру (1595 г.), по Столбовскому миру (1617 г.) [см. ALFE, 2004. С. 456–464], которые также наложили свой отпечаток на развитие диалектных ареалов.

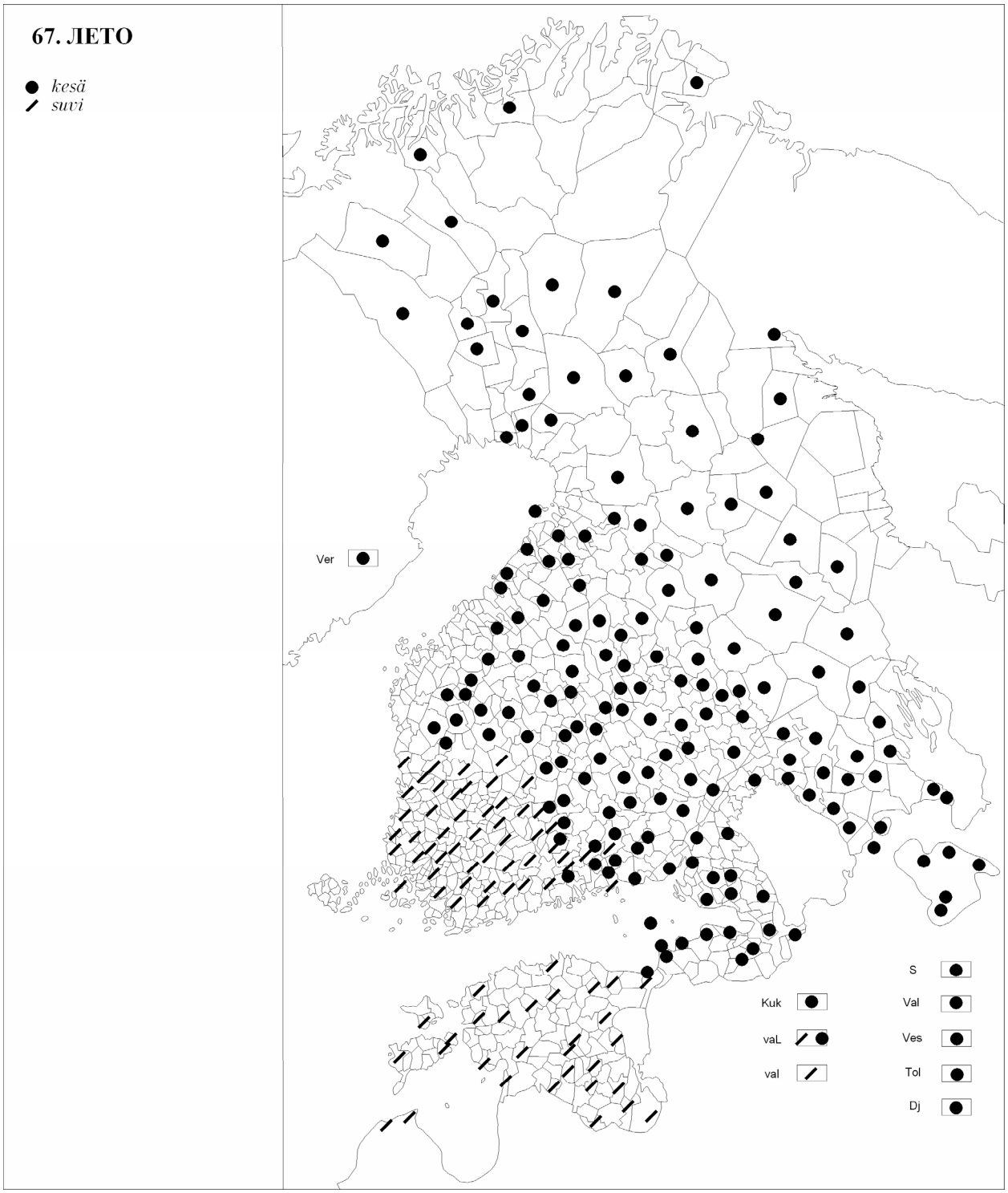
Как известно, влияние ландшафтных и географических факторов особенно наглядно проявляется в топонимике. Так, например, география распространения топонимов, сложившихся на основе прибалтийско-финской лексемы *niini* «липа», подсказала И. И. Муллонен идею о сельскохозяйственных приоритетах создателей названной топонимной модели [Муллонен, 2010. С. 17] вопреки уже бытующим в науке утверждениям об их главным образом промысловом характере жизнедеятельности. Исходя из ареала бытования данной топоосновы, отражающей реальные границы территории произрастания дерева, она пришла к выводу, что продвижение на север населения (в данном случае речь идет, прежде всего, о сложении северной границы вепсов), которое свою жизнедеятельность обеспечивало сельскохозяйственными занятиями, было проблематичным. В этом случае северная граница исторической вепсской территории накладывается на северную границу бытования топонимов с основой *niini/-nin'* «липа». Именно липа, как известно, является на севере маркером наиболее пригодных для земледелия земельных участков. Исходя из этого, автор идеи делает предположение о земледельческом характере вепсской традиционной культуры.

В этой связи отметим, что третий том ALFE содержит некоторое количество карт, посвященных земледельческим терминам, подтверждающим высказанную идею. Моменты подсечного земледелия, которое было своеобразной прелюдией к переходу на серьезные занятия земледелием, вепсами, как показывает материал, были освоены в полной мере [ALFE, 2010. С. 66], поскольку во всех диалектах без исключения функционирует лексема *kas'k* «подсека», свидетельствуя о ее правепсском наследовании. Этимологи, в свою очередь, полагают, что она является древним индоевропейским заимствованием [**hçaz-g(h)- <*hçes-* «гореть»: Koivulehto, 1986. S. 171; SSA-I, 323; ALFE, 2010. С. 64–66], пришедшим именно

через распространение земледелия. Причем, войдя в прибалтийско-финские языки, данная лексема семантически разветвилась, приобретя ряд конкретных значений, которые также были обращены отчасти к подсечному земледелию. Вырубка лесов для занятий земледелием истощала лесной фонд, и земледельцы вынуждены были возвращаться к заброшенным подсекам, поросшим молодым лиственным лесом, и таким образом слово *kaski*, обозначавшее первоначально «лес для сжигания», приобрело значение «молодой лиственный лес», а также «березовая ветвь» и «молодая береза» (последнее значение получило широкое распространение особенно в западных говорах Финляндии и эстонском языке), иллюстрируя возможности появления и развития семантических инноваций [ALFE, 2010. С. 63].

Карта 2. Ареалы распространения прибалтийско-финских языков





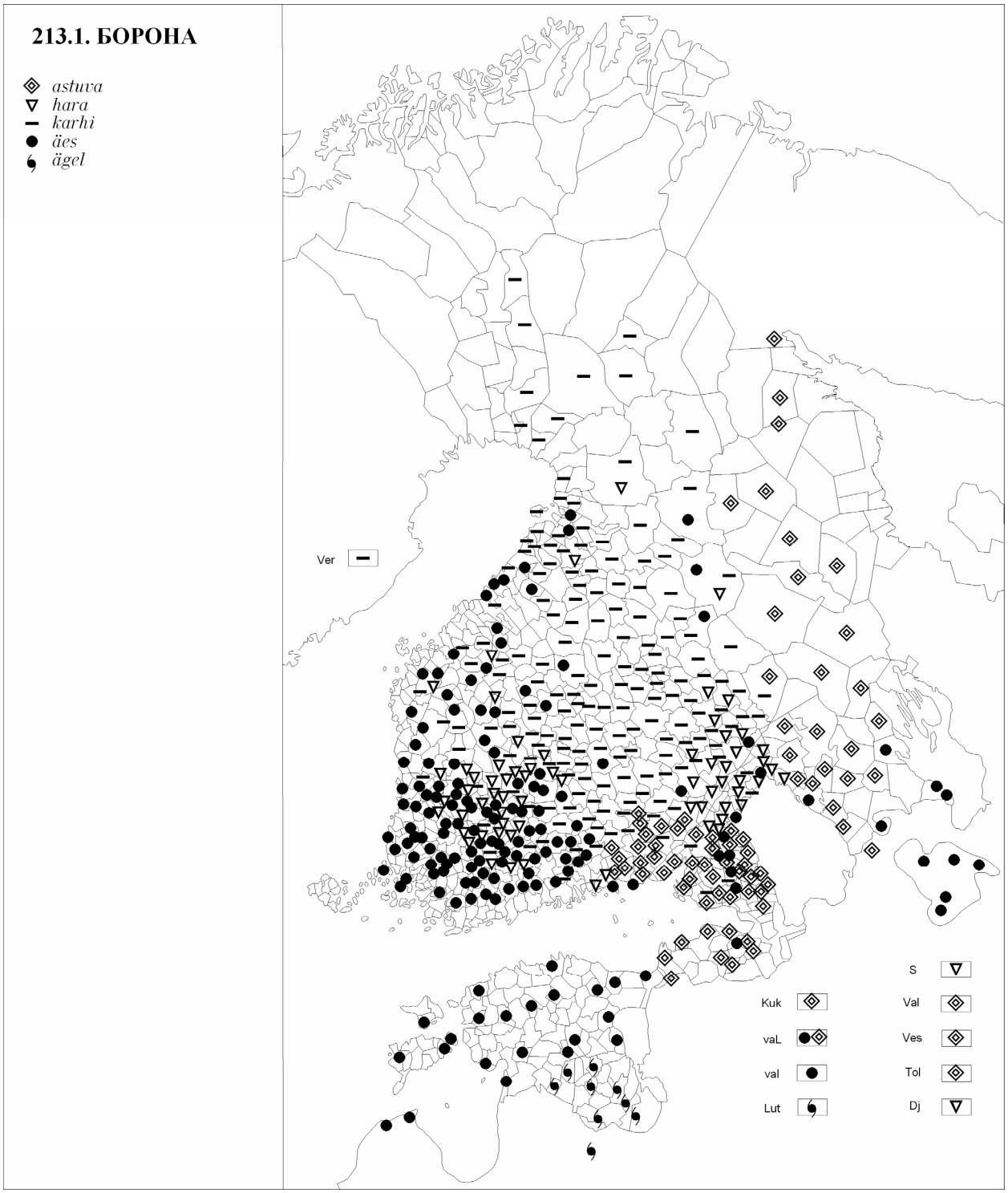
Сам термин *kas'k* в вепсском языке стал частью некоторых сложных слов, например, *palo/kas'k* «сожженная подсека», *rebei/kas'k* «костер для сжигания кострики». Лексема *rebei/kas'k*, несомненно, вносит элемент дальнейшего продвижения в фазах земледелия, более глубокого внедрения их в быт народа, о чем свидетельствует и возникновение их связи с народными поверьями. Как полагает исследователь вепсской мифологии И. Ю. Винокурова, первая часть названного сложного существительного ***reboi***(*/kas'k*) «лисица» использована не случайно: лексема *reboi* выступает здесь как символ огня, который характеризовал подсечное земледелие. Лисица символизировала огонь и у некоторых иных народов, например, у карелов, финнов, русских. Причем, по мнению И. Ю. Винокуровой, у русских этот мифологический образ может иметь прибалтийско-финское происхождение [Винокурова, 2006. С. 127–129].

На вепсской почве, как впрочем и в родственных языках, возникли и иные лексемы, которые тесно связаны с подсечным земледелием. Это, прежде всего, термин *palo* «пожога; подсека» и разного рода сложные слова, в которых *palo* выступает в качестве определения видов работ или орудий труда, используемых при обработке подсеки, напр.: *palo/kas'k* «сожженная подсека», *palo/pud* «недогоревшие деревья на подсеке», *palo/adr* «соха, которую использовали на подсечном поле», *palo/liib* «хлеб, выращенный на подсеке», *palo/nagrič* «репа, выращенная на подсеке», *palo/püuvaz* «лен, выращенный на подсеке», *palo/rugič* «рожь, выращенная на подсеке» и т. д. [см.: СВЯ, 1972. С. 398], характеризуя развитие подсечного земледелия. Слово *palo* легко объяснимо: это отглагольное существительное, происшедшее от исконного прибалтийско-финского глагола **palaδak* [ср. вепсское *palada* «гореть». См.: SSA-II, 1995. S. 298] > существительное *palo* «сжигание; пожога; подсека». В этой связи интересно отметить, что суффикс отглагольного существительного *-o* в слове *palo*, продуктивный во многих родственных языках и некогда активно используемый в словообразовательной системе вепсского языка (напр., *tego* «действие, поступок» < *tehta* «делать»; *pago* «бегство» < *pageta* «быстро убежать, исчезнуть» и т. д.), стал восприниматься в нем сегодня неким анахронизмом и, к сожалению, практически не поддается возрождению в настоящее время – время воссоздания вепсской письменности и создания литературных традиций его языка. Причем это произошло достаточно давно, поскольку характерно для всех диалектов вепсского языка. Поэтому и понятие «пожар», которое также было предметом внимания коллектива создателей ALFE и которое в большинстве языков обозначается именно лексемой *palo* (или *tuli/palo*), в вепсском языке не имеет соответствия, а также и собственного наименования, называясь русским заимствованием *požar* [ALFE, 2004. С. 107].

С точки зрения истории развития земледельческой терминологии для вепсского народа интересны языковые и этнографические сюжеты, связанные с понятием «борона», обладающим в прибалтийско-финском регионе несколькими именованиями: *äes, karhi, hara, astuva*. Наиболее широко среди названных терминов представлена лексема *äes*, функционирующая в вепсском языке и сейчас в форме *ägez*. Она является наиболее древней и, по предположениям этимологов, обладает балтийскими корнями < *ekĕcios, akĕcios* «борона» [SSA-III, 2000. S. 494]. Анализ материалов атласа (автор комментариев по понятию Т. Туоми) показывает, что в эстонском регионе, кроме того, известны разновозрастные заимствования данной лексемы [в нем функционируют и более поздние заимствования *ägel, ägli* < < латвийское *egle* «ель»; см. по этому поводу также Vaba, 1977. S. 113], на основании которых можно судить о мотиве происхождения именования бороны в балтийских языках: это были сучья ели, используемые для разрыхления и покрытия семян землей. В этом случае очевидно, что слово было заимствовано вместе с назначением предмета, поскольку прибалтийско-финские языки уже обладали собственным древним наименованием ели [*kuusi*: SSA-I, 1992. S. 460].

В карельском языке лексема *äes* употребляется не столь часто: при сборе материала она была отмечена лишь в одном ливвиковском пункте, а также в двух людиковских, где они могут являться вепсским наследием. На ее месте в большинстве карельских говоров выступает более поздняя лексема *astuva* [< древнерусск. *остень~остен* «шип, острие»: Фасмер-III. С. 165; ср. также русское диалектное *остень* «игла, жало, острие, острый шип, острый наконечник трости»: Даль-3. С. 321; см. также SSA-I. S. 87]. Лексема *astuva* (*astiva, astivo, astova, astoin*) в данном случае является своеобразным маркером всей карельской территории, объединяющим язык в единое целое [карта «Борона»; см. также ALFE, 2010. С. 67]. Отметим, что лексема *astuva* характерна и для всех тверских говоров карельского языка [см. о переселении карелов, напр., Karjala..., 1998. S. 327], свидетельствуя о довольно раннем ее происхождении и, в свою очередь, углубляя возраст и лексемы *äez~ägez*.

Все наречия карельского языка в данном случае противостоят вепсскому языку. Последний выступает как язык юго-западной группы в союзе с эстонскими диалектами и западными финскими диалектами, свидетельствуя на уровне лексики о большей древности сельскохозяйственных занятий у вепсов. В этом случае любопытен факт определенного единения вепсских и эстонских диалектов, которые, по мнению авторов атласа, имеют под собой определенную почву, и одна из задач, заложенная еще при разработке вопросника, заключалась отчасти именно в выяснении положения южноэстонских диалектов и вепсского языка в прибалтийско-финской языковой семье [ALFE-I, 2004. С. 17]. Таким образом, вепсский материал по именованию понятия «борона» занимает более древнюю позицию по отношению ко всему карельскому языку в целом.



В атлас было включено понятие «сноп», при сборе материала по которому составители атласа предложили ограничиться одним формативом LYHDE [ALFE, 2010. С. 96]. Как показал материал, в вепсском языке данный форматив не представлен. На его месте выступает русское заимствование *snap* (< русск. *сноп*). Термин *lyhde*, по представлениям исследователей, самостоятельно развился на прибалтийско-финской почве и этимологически связан с лексемами типа *liuhtoa* «махать, взмахивать», *liuhta* «метла, метелка, веничек» [SSA-II. S. 116]. Он обозначает не только сноп, но и многие другие связанные пучки. Вполне определенно можно сказать, что данный форматив не является достаточно древним в культуре земледелия, поскольку его следов нет не только в вепсском, но и в эстонском (наиболее древнем земледельческом народе), водском, ливском языках, т. е. лексема LYHDE, избранная для

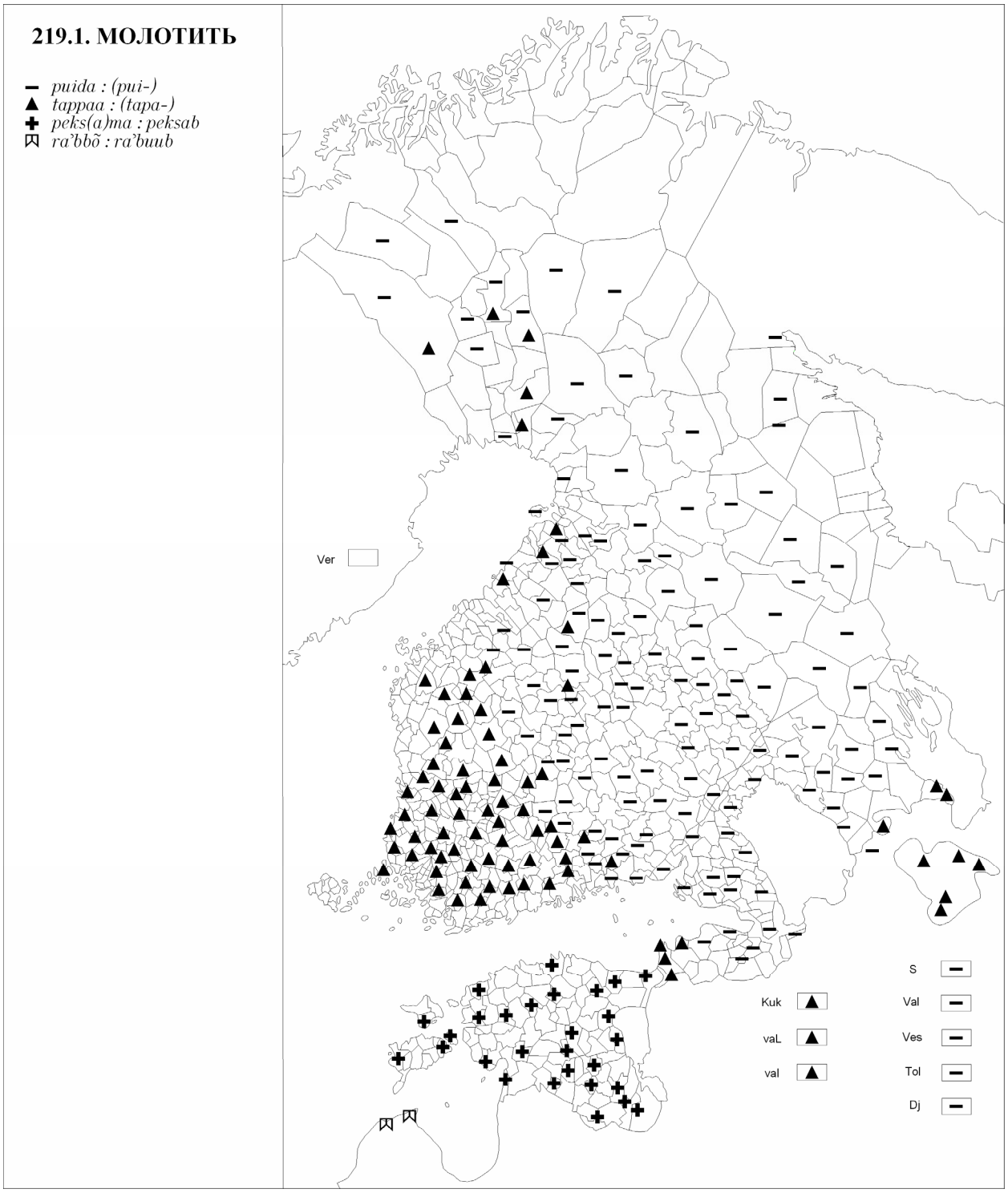
атласа в качестве форматива, оказалась не столь удачной. Вполне возможно, что значительно больше сведений принес бы сбор вариантов именований самого понятия «сноп», который мог бы расширить объем историко-языковой информации. Кроме того, подчеркнем, что вепсская лексема *snap* по своему вокализму, т. е. по представительству в первом слоге гласного *а* (*snap*) на месте русского *о* (*сн**о**п*) отражает древнерусское состояние вещей, свидетельствуя о довольно раннем возрасте заимствования [см., напр., Kalima, 1919. S. 47].

В земледельческой терминологии исключительно важными были именования понятия «навоз, помет», ставшие также предметом внимания авторов атласа. Сама идея по удобрению почвы остатками жизнедеятельности животных говорит о следующей, более продвинутой фазе земледелия. В основном, как показывает этимологический анализ лексем *sonta, hõšte*, *tade* со значением «навоз, помет» [см. ALFE, 2010. С. 163], они обладают прибалтийско-финскими корнями. Вепсский язык не имеет названных соответствий и стоит особняком; в нем функционирует встречающаяся только у вепсов лексема *here*, которая включается этимологами в словарное гнездо *hieroa* «тереть, натирать, растирать» [SSA-I. S. 160]. И. И. Муллонен высказала мысль о связи вепсского *here* с ливвиковско-карельским *hieru* «деревня, село», что, на наш взгляд, в семантическом аспекте является исключительно перспективной идеей. У населения, живущего подсечным земледелием, не было оседлых населенных пунктов. Оно передвигалось в поисках лесов по подготовке земель для занятий сельским хозяйством. Как пишет в атласе автор комментариев по названному понятию А. Хяннинен, об этом есть некоторые упоминания еще в налоговых книгах XV в. [ALFE. 2010. С. 65; см. также Sirelius, 1919. S. 244]. Когда стало укореняться стремление к оседлости, к строительству жилья, тогда возникла необходимость использовать одни и те же земельные участки, удобряя их. Появляются поселения, которые на вепсской почве, например, при их именовании могли обладать среди прочих апеллятивом *tanh, tanaz* «двор» [ср. поселения средних вепсов (Бабаевский район, Вологодская область): *Aksin/tanaz; Marku/tan(h), Virah(n)/tan(h)*]. Данный апеллятив – это «память об однодворной деревне, включающей в себя *крестьянский двор* с принадлежащей ему землей» [Муллонен, 1994. С. 107]. В современных вепсских говорах *tanh/tanaz* – это «двор для скота» в отличие от «теплого зимнего помещения для скота» – *lävä*, где зимой навоз не могли хранить в большом количестве, выбрасывая его для временного хранения (особенно зимой) именно во двор. Видимо, в прежние времена наличие построек для скота, а также хранение в них естественного удобрения в постподсечный период для земледельцев было не менее важным, чем само жилье. Лексема *tanh/tanaz*, имеющая германские корни < **tanχu-* «твердо утоптанное место перед домом; огороженная дорога, *выгон, место для скота*» [SSA-III. S. 267], по кругу своих значений в языке-источнике отвечала данным требованиям при наименовании места поселения. По этой же семантической модели могла возникнуть и карельская лексема *hieru*, которую можно объединить с лексемой *hieroa* «тереть, натирать» и с вепсским словом *here* «навоз, помет», т. е. здесь налицо подобная же семантическая связь, как в случае с лексемой *tanh~tanaz*: *жилое место (подворье, поселение)* < *где утоптана* < *и унавожена земля*. Названная лексема может стоять в ряду слов, у которых в ливвиковском наречии карельского языка форма номинатива и основа имени совпадают и оканчиваются на *-u*, как, например, *čuppu* «угол», *lükkü* «счастье» и т. д. Для карельского языка исторически был характерен переход *a>u* в форме номинатива, однако косвенные падежи сохраняли в своем составе *-a-* [например, *akku* «женщина»: генитив *aka-n*]. Лексема *hieru*, по всей видимости, является более поздней по происхождению, возникшей во время активных карельско-вепсско-ливвиковских контактов. Любопытно отметить, что следы подобных контактов, отразившиеся даже в заимствовании вепсским языком грамматического показателя причастия прошедшего времени *-nuhu* (*ei sanuhu* «не получили»; ср. карельско-ливвиковское *ei saanuh*), удалось обнаружить также, например, при исследовании категорий вепсского глагола и истории происхождения их показателей, что отразилось в формировании куйско-войлахотских говоров средневепсского диалекта, территория распространения которого находится в Бабаевском районе Вологодской области, на границе с Карелией (см. Зайцева, 2002. С. 106, 234).

На наш взгляд, семантическая связь лексем *here* и *hieru* выглядит вполне убедительной и вносит еще один нюанс в карельско-вепсские взаимоотношения.

Хотелось бы остановиться еще на одном важном моменте, имеющем отношение к обработке продуктов земледелия, – понятии «молотить». Оно обладает в прибалтийско-

финском регионе несколькими именованиями, наиболее древние из которых *tappaa, puida, peksma*. Как свидетельствует анализ [ALFE, 2010. С. 100–102], наиболее древней из перечисленных является лексема *tappaa*, представленная и во всем вепсском регионе (*tapta*). Последний выступает здесь в одном ряду с юго-западной финской диалектной зоной, противостоя всем карельским наречиям, где функционирует более поздняя лексема *puida* [см. карта «Молотить»]. Вторичные значения, которые появились впоследствии у лексемы *tappaa* в прибалтийско-финских языках, прежде всего связанные со значением «убить, убивать», постепенно вытеснили ее семантику, связанную с сельским хозяйством, т. е. семантику «молотить». Однако вепсский язык сохранил ее первоначальное значение, связанное с земледелием, во всех диалектах до нынешнего времени.



Таким образом, карты ALFE, посвященные земледельческим сюжетам, объединяют вепсский язык с эстонским и юго-западным финским регионом, свидетельствуя о довольно раннем возникновении элементов земледелия у вепсов, что убедительно подтверждают отдельные важные с точки зрения названной семантики термины, их возраст и распространение. Вепсский народ на более раннем этапе, нежели, например, карелы, освоил некоторые важные предметы и явления земледельческого обихода.

Литература

Винокурова И. Ю. Животные в традиционном мировоззрении вепсов. Петрозаводск: ПетрГУ, 2006. 447 с.

Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 1–4. М.: Типографии А. Семена, 1863–1866.

Зайцева М. И., Муллонен М. И. Словарь вепсского языка. Л.: Наука, 1972. 746 с. (В тексте – СВЯ).

Зайцева Н. Г. Вепсский глагол. Сравнительно-сопоставительное исследование. Петрозаводск: Периодика, 2002. 287 с.

Муллонен И. И. Очерки вепсской топонимии. СПб.: Наука, 1994. 156 с.

Муллонен И. И. Формирование диалектной карты карельского языка в контексте карело-вепсского контактирования // Karelia Written and Sung. Representations of Locality in Soviet and Russian Contexts / Edited by Pekka Suutari and Yri Shikalov. Aleksanteri Series 3/2010. Jyväskyväskylä, 2010. С. 16–28.

Фасмер М. Этимологический словарь русского языка. Т. 1–4. М.: Прогресс, 1964–1973.

Atlas Linguarum Fennicarum, 1–3 // Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia, 800. Helsinki, 2004–2010 (в тексте – ALFE).

Kalima J. Die ostseefinnischen Lehnwörter im Russischen. Helsinki, 1919.

Karjala. Historia, kansa, kulttuuri. Toimittaneet Pekka Nevalainen, Hannes Sihvo // Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia, 705. Helsinki, 1998.

Karjalan kielen sanakirja, I–VII // Lexica Societatis Fenno-Ugricae XVI, 5. Helsinki, 1968–2005 (в тексте – KKS).

Koivulehto J. Pinta ja rasva // Virittäjä, 90. Kotikielen Seuran aikakauslehti. Helsinki, 1986.

Ruoppila V. Kalevala ja kansan kieli // Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia, 245. Helsinki, 1967.

Sirelius U. T. Suomen kansanomaista kulttuuria. Esineellisen kansantieteen tuloksia, I. Helsinki: Otava, 1919.

Suomen sanojen alkuperä. Etymologinen sanakirja, I–III // Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia, 556. Helsinki, 1995–2000 (в тексте – SSA).

Vaba L. Läti laensõnad eesti keeles. Valge. Tallinn, 1977.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Зайцева Нина Григорьевна
зав. сектором языкознания, д. филол. наук
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: zaitseva@sampo.ru
тел.: (8142) 781886

Zaitseva, Nina
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: zaitseva@sampo.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 66–71

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ГРАНИЦЫ. РАЗМЕЖЕВАНИЕ И КОНТАКТИРОВАНИЕ «СВОИХ» И «ЧУЖИХ»

УДК 94 (970.22)

SEARCHING BACK THE OLD BORDER. THE BORDER BETWEEN RUSSIA AND SWEDEN IN THE EARLY MODERN PERIOD

Jukka Kokkonen

University of Eastern Finland

The eastern border of Finland is at present the longest of all the borders between member states of the European Union and Russia, and certain parts of it represent one of the oldest national borders to be found anywhere in Europe, dating from the peace treaties of Täyssinä and Stolbova in 1595 and 1617, respectively. One notable border in Europe that is older is that between England and Scotland, the first known mention of which is in documents from around 1237.
In Early Modern times – from the first half of the 16th century to the Age of Revolutions – this eastern border served as the dividing line between the realms of Sweden and Russia, and its actual location varied with time on account of wars between these two nations and the peace treaties that followed them.
In the discussion below we will examine the early history of the border mainly in terms of two questions: What physical form did the border take on in the Early Modern period, and was it guarded, and if so, for what reason?

K e y w o r d s: eastern border, emigration, border, cross-border trade, borderlands, border control, plague, Early Modern times.

Юкка Кокконен. ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВНЕЙ ГРАНИЦЫ. ГРАНИЦА МЕЖДУ РОССИЕЙ И ШВЕЦИЕЙ В НАЧАЛЕ НОВОГО ВРЕМЕНИ

В наши дни восточная граница Финляндии – самая длинная из всех между странами Европейского Союза и Россией, а ее отдельные части представляют собой один из старейших государственных рубежей в Европе, возникший в результате Тявзинского и Столбовского мирных договоров 1595 и 1617 гг. соответственно. Более древней в Европе является граница между Англией и Шотландией, впервые упоминаемая в документах, датируемых примерно 1237 г.
В начале Нового времени – с первой половины XVI в. до эпохи революций – эта восточная граница служила разделительной чертой между шведской и российской державами, а ее фактическое местоположение менялось в связи с войнами между этими двумя государствами и следовавшими за ними мирными договорами.

В статье исследуется ранняя история этой границы, исходя, главным образом, из двух вопросов: Как была оформлена граница в начале Нового времени, и охранялась ли она, а если охранялась, то в каких целях?

Ключевые слова: восточная граница, эмиграция, граница, трансграничная торговля, приграничье, пограничный контроль, чума, начало Нового времени.

From ancient marker stones to a modern border

It must be said from the outset that we should approach our topic by forgetting completely the connotations attached to modern state borders. Nowadays the boundaries between sovereign states are in the nature of precise demarcation lines that are frequently manned by border patrols and customs officials, but in the Middle Ages and Early Modern times countries were separated from one another by borderlands or border zones that were often highly indeterminate in character. This was the case with the border in the north between Sweden and Muscovy, or Russia, which could be described most appropriately as a «sieve-like frontier». An official boundary existed in the form of a series of border posts or markers and had been ratified in treaties and by the certain religious rite*, but even so it allowed the free passage of people and goods in both directions.

The oldest known political division connected with the territory of present-day Finland and the country's eastern border was that agreed upon in the Treaty of Pähkinäsaari (in Finnish, Russ. *Oreshek*, but at first *Schlüsselburg* (*German*), Swed. *Nöteborg*) in 1323. The purpose of this treaty was above all to ensure freedom of international trade on the River Neva, but it also served as a guarantee that no new fortresses would be built in Karelia (following the construction of the castle at Vyborg by the Swedes in 1293) [Korpela, 2006. P. 456–457; 2007. P. 49]. A further detail in this agreement was the drawing of a boundary between the spheres of interest of the King of Sweden and the Prince of Novgorod, but the question of how this boundary was decided upon is something that has occupied scholars for centuries. The current understanding of the situation is that the boundary was defined precisely in the area where settlement was densest, i.e. from the Gulf of Finland coast to Särkilahti on Lake Saimaa, but for the stretch between Särkilahti and the termination of the line on the coast of the Gulf of Bothnia the extant copies of the treaty mention only five points about a hundred kilometres apart that define its course. There was, in fact, no need to establish a denser system of boundary markers, as the whole area was extremely sparsely inhabited at that time. In addition, modern interpretations of the early boundary are inclined to the view that there were two boundaries in the northern parts of the area, so that the western boundary of Novgorod was located at the Gulf of Bothnia while the eastern boundary of Sweden was around Kandalaksha on the White Sea. Thus, the northern regions – more or less the area referred to nowadays as Northern Finland – were used jointly by both parties. It should be mentioned in passing that a similar border arrangement was concluded between Norway and Novgorod in the far north in 1326 [Katajala, 2006. P. 90–92, 102–103].

The next east-west agreement regarding the border within the present-day area of Finland was concluded in 1595, but a great deal had happened by that time. In the first place the Principality of Muscovy, in the process of gathering together the lands inherited from the state of Kievan Russia, had overthrown the power of the mercantile state of «Great Novgorod» (Russ. *Veliky Novgorod*) during the 1470s (first in 1473 and then finally in 1478). At the same time, Muscovy had taken upon itself the border disputes and territorial claims that Novgorod had pending with Sweden. Secondly, Sweden had broken away from the Medieval power complex known as the Union of Kalmar in the early 1520s to become a sovereign state ruled over by the Vasa dynasty and had begun to expand its territories considerably from 1560 onwards. Colonial settlement in the area of Finland had spread beyond the border of the spheres of interest as laid down in the Treaty of Pähkinäsaari during the Late Middle Ages and Early Modern times, and this had resulted in conflicts and punitive raids on both sides, culminating in three wars between Sweden and Muscovy (Russia), in 1495–1497, 1555–1557, and 1570–1595.

* By kissing the Holy Cross of Christ (Russ. *krestnoe tselovanie*). It was a scary religious ritual, where a person, who swore incorrectly, endangered his salvation hereafter. In Russia, official governmental contracts and private contracts, such as wills, were confirmed with kissing the Cross. Even the Peace Treaty of Täyssinä between Sweden and Russia on May 18th 1595 was first sealed and signed and, after that, confirmed by kissing the Cross [Almquist, 1907. P. 12–14; Ahnlund, 1956. P. 68–69; Flier, 2006. P. 388].

In early times the eastern border had been marked only at its most significant points, generally within reach of major thoroughfares, so as to make it quite clear to passers-by where the border ran in the district and what usufructuary rights existed there. Most of the markers were natural features that stood out in the landscape, such as rock faces, large boulders, bodies of water (rivers, lakes, springs or pools), watershed areas and sometimes even peatlands. All these were highly suitable for the purpose as they couldn't be interfered with by human action (i.e. moved or destroyed). The least suitable in this respect were trees, as they could relatively easily be removed, but sometimes these, too, had to be made use of if there was nothing better available [Kokkonen, 2010b. P. 136].

The Treaty of Täyssinä, signed in 1595, led to a change in this practice, in that the boundary began to be marked in the terrain in the form of lines joining the markers. It is known, for instance, that corridors were cleared through the forest on the Karelian Isthmus by cutting down the trees and other vegetation to make these lines as clearly visible as possible [Katajala, 2010a. P. 191]. A crucial ideological change had also taken place prior to the Treaty of Täyssinä, in that both Sweden and Russia had adopted the new concept of national territory that assumed that a state had a certain geographical extent marked by its boundaries, and that this was a sovereign territory, i.e. the lands, waters and resources within these boundaries were to be immune from all forms of external interference. These lands and boundaries were regarded as «sacred», and the inhabitants began to speak of their «fatherland». At the same time the people who had been born and lived within the borders of a country came to be regarded more firmly than ever as the «subjects» of a certain king ordained by God, and had certain duties that they were required to perform for their king and also certain rights. Thus, borders gained a far greater significance than heretofore. They were to be maintained as they stood, or preferably extended, but under no conditions should they be retracted.

A long «border line» (Swed. *gränslinje*) or «border alley» (Swed. *gränsallé*) – a border in the modern sense – arose as a result of the adjustments following the Treaty of Stolbova (1617), when Russia ceded the province of Käkisalmi (Finn. *Käkisalmen lääni*, Russ. *Korela uezd*, Swed. *Kexholms län*) and the area of Inkerinmaa (Engl. *Ingria*, Finn. *Inkeri*, *Inkerinmaa*, Swed. *Ingermanland*) to Sweden. An opening several hundred kilometres in length was cut through the forests early in the 1620s from the point at which the border left the Gulf of Finland to its end point on the shore of Lake Ladoga at the latitude of modern-day North Karelia. At the same time this border began to be drawn as a continuous line on maps, as it now had a concrete existence. Also, more attention began to be paid to the physical maintenance of the border, the checking of the route and removal of tree growth from the clearing under the supervision of Swedish and Russian border commissars. This was the procedure at least in the 1620s, 1650s and 1660s, the manual work being done by «borderland peasants» from both sides, i.e. *gränsebönder*, as these inhabitants of the nearby areas were referred to in the Swedish documents of the time [Kokkonen, 2010b. P. 137].

At the latitudes of present-day Northern Finland, however, the eastern border remained anything but a distinct feature for a very long time. Demarcation of the border in the late 1590s, following the Treaty of Täyssinä, came to an end around Alakitka in the parish of Kuusamo on account of a dispute between the Swedish and Russian border commissars, and its course north of this point was defined only by the general outlines laid down in the treaty itself, and, of course, by the usufruct practices of the inhabitants on both sides. The official, ratified location of the border in the areas north of Kuusamo was resolved only in 1833, when the boundary between the province of Oulu in the Grand Duchy of Finland and the *gouvernement* of Arkhangelsk in Imperial Russia was finally defined – and then only after more than ten years of work [Kokkonen, 2010b. P. 140].

Where it had been laid down in the treaties of Pähkinäsaari (1323), Täyssinä (1595) and Stolbova (1617) that the border should take account of natural markers in the terrain, local land use practices and regional administrative units (e.g. provincial boundaries), later decrees regarding the border took on quite a different character. Under the Treaty of Uusikaupunki (Swed. *Nystad*), concluded in 1721, the border was to be a much straighter line that simply cut through villages, individual farms, parishes and local entities without paying any attention to local or regional conditions, not to mention private rights of ownership. One consequence of this was that the subsequent Treaty of Turku (Swed. *Åbo*) in 1743 gave rise to a peculiar «no-man's land» close to the area of the present-day town of Savonlinna which remained beyond the jurisdiction of both Sweden and Russia right up to the incorporation of Finland into the Russian Empire in 1809 [Katajala, 2010b. P. 94–96].

Patrolling the border

Although the eastern border developed and altered both ideologically and physically in Early Modern times, it was a long time before it came to be patrolled in any regular fashion. The only permanent border guard station on the northern boundary between Sweden and Russia in the 17th century was at Rajakontu in Salmi on the eastern shore of Lake Ladoga, the point at which it was crossed by the militarily and economically important road between the Swedish province of Käkisalmi and the Russian district of Olonets [Kuujo, 1963. P. 107; Kokkonen, 2010. P. 169]. Otherwise neither party had any need for constant supervision of the border or the traffic crossing it. There were various reasons for this. In the first place, the border was exceedingly long and the majority of it passed through «wilderness», so that any attempt at patrolling would have been a severe drain on a country's finances, and indeed impossible to accomplish in any comprehensive manner given the resources and equipment of the day. In any case, there was no patrol system at any other land boundary in Europe at that time. Where there were patrols, they were usually restricted to cases of acute need, and generally to places which were significant thoroughfares in terms of either the volume of traffic or military strategy. Otherwise borders were mainly patrolled at times of war or the threat of war, and occasionally on account of raiders. The earliest recorded instance of patrolling in a border region in Finland is from the Middle Ages, when inhabitants of areas on the Gulf of Bothnia coast are believed to have seen it necessary to mount a patrol on Lake Oulujärvi [Luukko, 1954. P. 719–720]. The reason for this was that colonization from the west had penetrated beyond the agreed demarcation line between the spheres of interest of Sweden and Novgorod, giving rise to conflicts and to forays or raids across the border.

There were many people, however, who crossed the border simply for the purposes of trade. The importance of such trading is shown by the fact that the treaties between Sweden and Russia regularly guaranteed subjects of both countries the right to trade in the other, although admittedly on certain specified conditions: (1) trading was permitted only in places intended for that purpose (in towns or at market places), (2) customs dues should be paid to the Crown on all goods, and (3) persons crossing the border should possess the necessary document, a passport or the like. In practice, however, both people and goods moved back and forth across the border without any formalities, and smuggling and other unauthorized movements were everyday occurrences [Kokkonen, 2010a. P. 169; 2010b. P. 151].

In the spirit of its 18th-century mercantilist economic policies, the Swedish Crown tightened its grip over commercial contacts across the eastern border, establishing «border customs houses» (Swed. *gränstullkammare*) at strategic points to improve its supervision of trade and traffic and to exact customs dues. The first of these was set up at Lappeenranta in 1723, and the network was then expanded northwards from the beginning of the following decade, to Kajaani, Kitee and Pielisjärvi. As a result of the border arrangements required at the time of the Swedish-Russian war of 1741–1743, new customs houses were opened in the south-east of Finland, at Ahvenkoski, Keltti, Loviisa, Mikkeli, Puumala and Rantasalmi. The north of the country nevertheless remained without any permanent border control point for some time, presumably until the customs house at Kuusamo was opened in the 1770s. Finally, at the very end of the period of Swedish rule, a further customs house was opened at Anjala [Kokkonen, 2010a. P. 169–170]. It should also be mentioned that customs and supervision arrangements on the Russian side of the border had been stepped up in the second half of the 17th century, when a customs station was built at Paanajärvi, which was one of so-called «the seven parishes, or *pogosty*, of Lapland», and lay on the important trade route from the coast, or *Pomorye*, of the White Sea to Sweden and its significant market towns on the coast of the Gulf of Bothnia. At the same time the collecting of customs dues was intensified at all points where trade took place on the border with Sweden [Tšernjakova, 1995. P. 136].

The prevention of smuggling at the local level was the responsibility of separate officials, known as «border riders» (Swed. *gränseridare*), in addition to whom small parties of armed soldiers would be sent out from time to time to assist the actual customs officials if the situation in connection with the charging of customs dues or the confiscation of goods threatened to become violent. Serious acts of violence were sometimes perpetrated on the Swedish customs officials by the Russians as well. Cases of smuggling or evasion of customs dues on the Swedish side were heard in separate «border customs courts» (Swed. *gränstullrätt*) [Kokkonen, 2010a. P. 170].

Apart from traders, others who would have crossed the border were those seeking to emigrate, who may be classed into four groups. Firstly, there were those who were leaving in search of work or a better livelihood. Those

moving to Russia were often attracted by the metalworking industries (mines and ironworks) of Olonets, or from the beginning of the 18th century onwards by the metropolis of St. Petersburg, founded in 1703. Secondly, there were various criminals, tramps and vagabonds who were escaping from justice or the prospect of imprisonment. It was often possible for these people to continue their wandering life by moving to another country. The third group consisted of those fleeing from their obligations to the state, principally either the payment of taxes or conscription (Swed. *utskrivningar*), i.e. recruitment as an infantryman in their country's army. Finally the fourth group consisted of those who were fleeing from religious discrimination or persecution in their own country. Especially important in this connection was the flood of emigration to Russia on the part of the Orthodox population of the easternmost areas of Sweden, the province of Käkisalmi and the area of Inkerinmaa, during the 17th century. There was a similar migration of the Old Believers (Russ. *raskolniki*) from Russia into Sweden from the 17th and 18th centuries onwards, but the numbers involved were fairly small.

Finally it should be mentioned that no official right to migrate from one country to another existed in the Early Modern period, and that both Sweden and Russia maintained a tight hold on their subjects and forbade them to leave the country. Anyone who did so without permission was referred to in the administrative documents as a «deserter» (Swed. *förrymd*, *rymling*, *rymmare*, Russ. *begly* > Karelian *biegla*). The ruling classes realized how important their subjects were to them as farmers and as workforce, as taxpayers and as soldiers [Kokkonen, 2010b. P. 142–146].

Soldiers holding back the plague

In the early 1770s the eastern border was closed entirely to passenger and goods traffic for a time, as part of a major operation which was the first of its kind in that area. Similar measures had admittedly been resorted to in 1740 and 1763, but on a much smaller scale [Halila, 1954. P. 399; Kokkonen, 2010a. P. 171]. The reason for this tightening of security was an outbreak of plague in Russia. It had first appeared in the country's southern neighbour, the Ottoman Empire, and had spread via Ukraine to Poland and to Moscow in the summer of 1770. Conditions were favourable for the advance of this greatly feared disease, as Russia was at war with the Ottoman Empire for the period 1768–1774. It is estimated that between 52 000 and 100 000 persons died of the plague in Moscow alone [Alexander, 1980. P. 101–124; Melikishvili, 2006. P. 24–26]. According to other estimates the death toll is between 60 000 and 100 000 lives. In October of 1771, the death toll in Moscow stood at 17 651, but January of 1772 only at 330. In November of 1771 Empress Cathrine II already announced that the Moscow plague epidemic was over [Melikishvili, 2006. P. 26].

News of the presence of the plague in Russia spread rapidly from St. Petersburg to Stockholm through diplomatic channels, and, fearing that it could be brought to their country by a ship, the Swedes stepped up their inspections of shipping in autumn 1770. The traditional means of defence against the plague, as implemented in earlier times elsewhere in Europe, chiefly in England, Austria, Switzerland and the Mediterranean, were to impose periods of quarantine on those arriving by sea or deny them entry to the country entirely and to patrol or close all land boundaries. Sweden had similarly mounted a military guard (Fr. *cordon sanitaire*) on its border with Denmark in the early 1710s in order to secure it against the plague [Persson, 2001. P. 73–74, 276–284, 428; Kallioinen, 2005. P. 183–184], and it now adopted the same tactics, with a military system for closing its eastern border in 1770–1772 that extended from the land boundary at the Kymi River in the south-east to Kuusamo in the north. This came to be known as the «Plague Chain» (Swed. *Pest-Cordon*). The person appointed towards the end of 1770 to command this operation in Finland was Field-Marshal Augustin Ehrensvärd (1710–1772), better known for the construction of the fortress of Sveaborg (Finn. *Viapori*) off the coast of Helsinki.

A gradual withdrawal of the Plague Chain was commenced in spring 1772, when information reached Sweden from St. Petersburg that the plague was no longer regarded as a threat in Russia. Indeed, rumours began to spread in autumn of that year that the border guards had been removed completely, but in the event supervision was maintained until the end of the year, largely for foreign policy reasons. King Gustav III of Sweden had accomplished a reform of the Constitution in August 1772 and was afraid that Russia might interfere militarily in these affairs. This was conceivable, as Prussia, Denmark and Russia had agreed in autumn 1769 that the smallest alteration to the Swedish Constitution would be a sufficient reason for declaring war and had mentioned in passing the possibility of dividing the Kingdom of Sweden up between them. In the end, the King's fears of a Russian intervention proved unfounded, but tension on the border did not abate until 1774 [Suolahti, 1991. P. 281–311; Kokkonen, 2010a. P. 171].

Literature

Ahnlund N. Den svenska utrikespolitikens historia. I: 1. Tiden före 1560. Stockholm: Norstedt, 1956.

Almquist H. Sverge och Ryssland 1595–1611. Tvisten om Estland, förbundet mot Polen, de ryska gränslandens eröfring och den stora dynastiska planen. Uppsala, 1907.

Alexander John T. Bubonic Plague in Early Modern Russia: Public Health and Urban Disaster. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 1980.

Ellis Steven G. Tudor Frontiers and Noble Power: The Making of the British State. Oxford: Clarendon Press, 1995.

Flier Michael S. Political ideas and rituals // The Cambridge History of Russia. Vol. 1: From Early Rus′ to 1689 / Ed. Maureen Perrie. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

Halila A. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin historia V. Pohjois-Pohjanmaa ja Lappi 1721–1775. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliiton ja Lapin maakuntaliiton yhteinen historiatoimikunta, 1954.

Kallioinen M. Rutto & rukous. Tartuntataudit esiteollisen ajan Suomessa. Keuruu: Atena, 2005.

Katajala K. The Origin of the Border // Vid Gränsen: Integration och identitet i det förnationella Norden / Ed. Harald Gustafsson & Hanne Sanders. Centrum för Danmarksstudier 10. Göteborg: Makadam i samarbete med Centrum för Danmarksstudier vid Lunds universitet, 2006. P. 86–106.

Katajala K. Viipurin Karjala rajamaakuntana: Viipurin läänin historia 1534–1617 // Viipurin läänin historia III: Suomenlahdelta Laatokalle / Ed. Yrjö Kaukiainen. Lappeenranta: Karjalan kirjapaino Oy, 2010a. P. 11–216.

Katajala K. Zwischen West und Ost. 800 Jahre an der Ostgrenze Finnlands // Kirchliche Zeitgeschicte. Internationale Zeitschrift für Theologie und Geschichtswissenschaft. Grenzen als Barrieren – Grenzregionen als Chancen. Das Beispiel Karelien / Ed. Danny Schäfer. Vol. 23, No. 1/2010b. P. 81–110.

Kokkonen J. Itäraja ja sen valvonta // Suomalainen sotilas [2]: Hakkapeliitasta tarkk′ampujaan / Ed. Jukka Partanen. Helsinki: Karttakeskus, 2010a. P. 168–175.

Kokkonen J. Überlokale Kontaktflächen der Grenze. Die nördlichen Grenzgebiete zwischen dem Schwedischen Reich und dem Grossfürstentum Moskau im 17. Jahrhundert // Kirchliche Zeitgeschicte. Internationale Zeitschrift für Theologie und Geschichtswissenschaft. Grenzen als Barrieren – Grenzregionen als Chancen. Das Beispiel Karelien / Ed. Danny Schäfer. Vol. 23, No. 1/2010b. P. 134–157.

Korpela J. Pähkinäsaaren rauhan raja // Historiallinen Aikakauskirja / Ed. Pirjo Markkola. Vol. 104, No. 4/2006. P. 454–469.

Korpela J. The Formation of Medieval Karelia // The Flexible Frontier: Change and Continuity in Finnish-Russian Relations / Ed. Maria Lähteenmäki. Aleksanteri Series 5/2007. Helsinki: Aleksanteri Institute, 2007. P. 42–69.

Kuujo E. Raja-Karjala Ruotsin vallan aikana. Joensuu: Karjalaisen Kulttuurin Edistämissäätiö, 1963.

Luukko A. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin historia II. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin keskiaika sekä 1500-luku. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliiton ja Lapin maakuntaliiton yhteinen historiatoimikunta, 1954.

Melikishvili Alexander. Genesis of the Anti-Plague System: The Tsarist Period // Critical Reviews in Microbiology. Vol. 32 (2006). P. 19–31. URL: http://cns.miis.edu/antiplague/pdfs/melikishvili.pdf (Viewed 28.3.2011).

Persson Bodil E. B. Pestens gΔta. Farsoter i det tidiga 1700-talets Sk Δne. Studia Historica Lundensia 5. Lund: Nordic Academic Press, 2001. Dissertation.

Suolahti G. Elämää Suomessa 1700-luvulla. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia 544. Jyväskylä: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 1991 (2. ed.).

Tšernjakova I. Venäjän Lapin pogostan ja Suomen asukkaiden väliset kauppakontaktit 1600-luvulla // Rajamailla I (1994). Studia Historica Septentrionalia 26 / Ed. Kyösti Julku. Rovaniemi: Pohjois-Suomen historiallinen yhdistys, 1995. P. 133–136.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Юкка Кокконен
научный сотрудник проекта (канд. наук)
Университет Восточной Финляндии
ПЯ 111, 80101 Йоэнсуу
эл. почта: jukka.kokkonen@uef.fi
тел.: +358 13 251 2463

Jukka Kokkonen
Project researcher (PhD)
Karelian Institute
University of Eastern Finland
Box 111, 80101 Joensuu, Finland
e-mail: jukka.kokkonen@uef.fi
tel.: +358 13 251 2463

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 72–79

УДК 947 (470.22)

СИСТЕМА РАССЕЛЕНИЯ И АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ ПРИЛАДОЖСКОЙ КАРЕЛИИ (XII–XVIII ВЕКА)

А. Ю. Жуков

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Три периода истории Приладожской Карелии в виде административных областей Корельской земли Великого Новгорода – Корельского уезда России – Кексгольмского лена Швеции обнаруживают эволюционную преемственность в системах расселения и административно-территориальном устройстве. Приладожская Карелия составляла отдельную административную единицу и всегда делилась на две части к югу и к северу от реки Вуокса. Расселение жителей Приладожья следовало природным (сельскохозяйственным и промысловым) условиям территории. Первоначальная племенная разбивка карелов воплотилась в приходское разграничение, из него в XIII–XV вв. строилось административно-территориальное деление на погосты: *церковь – приход – погост*. В XVI в. в погостах возникли новые приходы, которые в XVII в., уже при власти Швеции, образовали и новые погосты. Эта система в XVIII в. перешла в имперский этап истории, дожив до 1765 г.

Ключевые слова: Корельская земля, административное деление, природные условия, территориальное разграничение, приход, община, самоуправление, политико-правовая система.

A. Yu. Zhukov. SETTLEMENT SYSTEM AND TERRITORIAL ADMINISTRATIVE DIVISION IN THE LADOGAN KARELIA (12th–18th CENTURIES)

Three periods in the history of the Ladogan Karelia in the form of administrative regions of the Korela Land of the Great Novgorod – the Korela Uezd (district) of Russia – the Keksholm Län of Sweden demonstrate an evolutionary continuum in the systems of settlement and territorial administrative arrangements. Ladogan Karelia constituted an individual administrative unit, always divided into two parts – south and north of the Vuoksa River. People settled in the Ladoga area following the natural (agriculture- and trades-related) features of the territory. The original tribal division of Karelians transformed into distinctions among parishes, which later, in the 13th–15th centuries, served as the basis for the administrative division into pogosts: church – parish – pogost. In the 16th century new parishes emerged in the pogosts to form new pogosts later on, in the 17th century – under Swedish rule. In the 18th century this system moved on into the imperial phase of the history, and persisted until 1765.

Key words: Korela land, administrative division, physico-geographical features, territorial demarcation, parish, commune, self-government, political and legal system.

За свою многовековую историю Карелия как область расселения карелов несколько раз меняла государственную принадлежность своей основной, наиболее заселенной части. Речь идет о бассейновой территории западного и северо-западного Приладожья. Вначале Приладожье инкорпорировалось в Новгородскую республику (Великий Новгород); с 1478 г. оно вошло в Россию вместе с другими новгородскими землями; в 1611–1710 гг. состояло провинцией Швеции, затем вновь вернулось России; в 1918–1940 гг. являлось губернией Финляндской республики; наконец, с 1940 г. стало частью СССР, а с 1991 г. – Российской Федерации. Можно предположить, что за это время и система расселения, и административно-территориальное деление этой приграничной области заметно разнились, коренным образом изменяясь от этапа к этапу. Так ли это? Сравнительно-исторический анализ по теме поднятых вопросов в историографии отсутствует. Проведем его применительно к первым шести векам ее истории на сохранившихся материалах XIII–XVIII вв.

Коренные земли древнекарельской народности в первой половине II тыс. н. э. находились в западном Приладожье и на Карельском перешейке. Река Вуокса четко делила приладожскую Карелию на две части: ближняя к Новгороду половина называлась *Передней Корелой**, а бассейн северо-западного Приладожья составлял *Заднюю Корелу*. Видимо, данное первичное «догосударственное» деление возникло около середины XII в., когда летописи стали сообщать о совместных военно-политических предприятиях Новгорода и карелов,– поскольку границы погостов XIII–XV вв. уже не соответствовали этому изначальному «административному» делению [Жуков, 2008. С. 8–9]. Тогда же, продвигаясь вдоль границы со шведскими владениями в Финляндии и перейдя Беломорский водораздел, карелы приступили к освоению севера и востока территории нынешней Карелии.

Стихийно складывавшаяся система расселения карелов была поддержана Новгородской вечевой республикой, что поначалу выразилось в создании первых церковных приходов, образовавшихся в ходе Крещения карелов в 1227 г. [Лаврентьевская..., 2001. Стб. 449]. Приходские священники подчинялись новгородскому архиепископу – ведущему лицу новгородской государственности. Складывавшиеся приходы соответствовали системе расселения карелов в главных районах их тогдашнего проживания от северо-восточного побережья Финского залива Балтики и Сайменских озер до Салми и Суоярви в северном Приладожье. По новгородской традиции эти сельские районы назывались *погостами*, их именование включало название приходской церкви и наиболее заселенной местности, в которой она и стояла. Например, южный погост на этнической границе с приневской ижорой именовался Васильевским Ровдужским, так как именно в местности *«над озером над Ровдою»* (ныне оз. Раздольное) находилась церковь во имя св. Василия Кесарийского [Переписная..., 1852. С. 76–120].

Состоявшая из погостов административная область *Корельская земля* в целом оформилась в годы обострения новгородско-шведского военно-политического противостояния на рубеже XIII–XIV вв. Тогда шведам удалось захватить юг Карельского перешейка и карельское Саво. Закрепила власть шведской короны здесь крепость Выборг (1294/95 г.) [Новгородская..., 2000. С. 327]. В 1310 г. у ладожского устья реки Вуоксы Новгород также поставил свою *крепость Корелу* – административный центр всей Приладожской Карелии [Новгородская..., 2000. С. 92–93, 333]. Status quo узаконил новгородско-шведский Ореховецкий мир 1323 г.: по его условиям три западнокарельских погоста Яскис, Эйрепяя и Саволакс признавались за Швецией, а Приладожье – за Новгородом [Кочкуркина и др., 1990. С. 42–43].

Центральный из приладожских Воскресенский Городенский погост с городом Корела и с церковью во имя Воскресения Христова объединял земли нижней Вуоксы. При этом на юге, в Передней Кореле, погост достигал Святозера (Пюхяярви, ныне оз. Отрадное), граница здесь с Михайловским Сакульским погостом, на севере – с Богородицким Кирьяжским (центр в Куркиёки), на северо-западе же, у границы со Швецией, Городенский погост достигал другого Пюхяярви: «волостка Нивкола на Тюрье над озером над Святым» [Писцовая..., 1987. С. 109]. Здесь же, в Пюхяярви, сходились земли погостов Городенского, Кирьяжского, Никольского Сердовольского (центр в местности в *Сердоволи*) и Ильинского Иломанского (ныне Иломантси, Финляндия) [Переписная..., 1852. С. 33–37, 51–53, 55, 57–58, 62–63, 67, 69–70, 128–133, 143–156 и др.]. Наконец, на самом востоке Корельской земли находился Воскресенский Соломенский погост, с центром *на Соломяне* (Салми) и землями по берегу Ладоги от Ууксу до Погранкондуш, а на севере у

* Здесь и далее курсивом выделены взятые из источников XV–XVII вв. подлинные названия политико-административных территорий, их центров и поселений, а также исторические наименования географических объектов.

погоста имелся анклав деревня *Кайбальской наволок* на сердовольском оз. Суоярви (ныне Кайпа, район г. Суоярви). Но между Ууксу и Кайпой лежали сердовольские земли. Данное расселение также маркировалось «святым» способом: на юге территорию Салми от Сердовольского погоста отделяло оз. Пюхяярви (севернее Ууксу), а южнее Кайпы разграничение погостов шло по озерам Исо-Пюхяярви и Пиен-Пюхяярви.

Таким образом, шесть из семи погостов приграничной Карельской земли разграничивались между собой «святыми межами», – и не случайно. Дело в том, что данные топонимы *Пюхя* (*Святой*) не имеют никакого отношения к христианскому пониманию святости: у прибалто-финнов понятие *пюхя* означало табуированную границу, которую нельзя пересекать соседям. Так, государственная граница 1323 г. на севере прошла именно по р. Пюхяйоки, отделявшей в Восточной Приботнии земли карелов и финнов. И внутри Корельской земли гидрообъекты на Пюхя- размежевывали различные группы самого карельского народа, соответствуя системе расселения древних карелов. И. И. Муллонен нашла аналогичные карельским «святые межи», отграничивавшие центральный вепсский Важинский погост на Свири от всех соседних вепсских погостов: Олонецкого, Пиркинского, в Ярославичах, Оштинского, Остречинского и Шуйского [Муллонен, 2002. С. 145–152]. В целом здесь проявился восходящий к первобытным временам способ разграничения, который новгородские церковные и государственные власти вполне учли и включили его в собственную систему приходского и административного деления. В административно-государственном строительстве Великий Новгород опирался на уже имевшуюся систему расселения племенных групп прибалто-финнов, в том числе приладожских карелов. А система эта с самого начала была привязана к природным условиям, прежде всего к наличию пригодных к сельскому хозяйству земель (пашня, подсека, сенокос) и промыслов.

Число перечисленных выше 10 приграничных карельских погостов новгородского Приладожья и шведского Карельского перешейка не оставалось неизменным уже в новгородский период истории. В Новгороде в слоях 1396–1422 гг. была найдена грамота на бересте № 248, в которой «корила погоская, Кюлолаская и Кюриеская» жалуется на грабеж их владений вторгнувшимися шведами [Арциховский, Борковский, 1963. С. 72–73]. В Новгородской первой летописи под 1396 г. сообщается о том же вторжении: «Немци... (т. е. шведы. – *А. Ж.*) повоеваша 2 погоста: Кюрьескыи и Кюлоласкый, и церковь сожгоша», а новгородский князь Константин Белозерский вместе с карелами отбил это нападение [Новгородская..., 2000. С. 387]. Наконец, в переписи Корельского уезда 1500 г. в данном районе находим только Кирьяжский погост, а деревни в Кюлолакше входили в него в составе *Куласской перевары* (общины), без собственной церкви [Переписная..., 1852. С. 120–124]. Итак, обнаруживается четкая зависимость административного деления от церковно-приходского устройства. По конец XIV в. каждой из церквей – на Кирьяже и в Кюлолакше – соответствовал отдельный погост. Так как даже к 1500 г. кюлолакшане не возобновили сгоревшую церковь, то Кюлолакшский погост исчез с административной карты Корельской земли, остался лишь Кирьяжский. По принципу *церковь – приход – погост* и развивалось в дальнейшем все административно-территориальное устройство Приладожской Карелии.

Материалы переписи Корельского уезда 1500 г. [Переписная..., 1852] ясно показывают неизменность к 1500 г. низовой структуры административного деления и системы расселения. Но зато Москва переустроила коренным образом владельческо-податную структуру Приладожья. Ранее Великий Новгород отдал здешние государственные земли под управление и взятие податей архиепископу (вдоль государственной границы со Швецией и административной черты с Обонежской Карелией) и наместникам князей, служивших республике «мечом». Иван III преобразил их или в государевы поместья (на западном пограничье), или приписал в управление своим наместникам Корельского уезда.

В основе системы расселения лежало землевладение крестьянских общин: «перевар» и «волостей» на государственных землях и вотчин («волостей», «боярщин») карельской знати (своеземцев) и местных монастырей. Анализ их месторасположения показывает, что каждая из этих единиц почти всегда не составляла какой-то компактный район, наоборот, их деревни были разбросаны по разным местам погоста, а иногда даже находились в разных погостах. На материале финляндской губернии Северной Карелии (т. е. северо-запада бывшего Корельского уезда) финский исследователь Веййо Салохеймо (Veijo Saloheimo) смог идентифицировать здешние карельские деревни «образца» 1500 г. с ними же, но в XVII–XVIII вв.; правда, в его таблицах даны не первичные карельские, а только поздние финнизированные

названия деревень, которые сгруппированы по финляндским приходам [Saloheimo, 1971]. Наши разыскания также выявили «предков» приладожских селений XX в. в деревнях, существовавших при власти Великого Новгорода [Жуков, 2003. С. 105–107, 113–114]. В целом система расселения не изменилась принципиально за последние пять столетий: по-прежнему наиболее заселенными являются берега Ладоги, а район к северу от линии Вяртсяля – Суйстамо заселен редко. Схожесть карельских названий образца 1500 г. с современными доказывает, что в подавляющем большинстве случаев нынешние приладожские поселения являются прямыми потомками старинных карельских деревень; их названия финнизировались, но смогли сохранить свои карельские основы.

Используя наименования деревень и местностей, проведем анализ дальнейшей эволюции системы расселения и административно-территориального деления Приладожской Карелии в XVI–XVIII вв. Ведущим для нас станет сравнительно-исторический метод и археографическая методика обработки архивных и опубликованных текстов XV–XVII вв. Палеографический анализ представлен различными вариантами написания одних и тех же названий. Прежде всего, привлечем источники переписного характера середины – второй половины XVI в., начиная с Писцовой книги Корельского уезда 1568 г., от которой, к сожалению, сохранилась только перепись Передней Корелы и Соломенского погоста Задней Корелы [Писцовая..., 1987. С. 52–178].

По сравнению с 1500 г., к середине XVI в. появились новые приходы внутри старинных погостов. Центральный Воскресенский Городенский погост, кроме приходской городской Воскресенской церкви, теперь имел еще и сельскую церковь во имя св. Николая. К сожалению, перепись 1568 г. не сообщает нам о ее местонахождении, предположительно она находилась в *Ряжеле*, став центром собирания будущего погоста шведских времен Räisälä (в том числе земель *на Тивре* – Tiuri). К северу от оз. *Узервы* (Вуоксы) появился Введенский приход в волостке *Коврола* (ныне Севастьяново – Kirkko-Kaukkola); в ее состав входили и земли из будущих шведских погостов Тивральского (дер. *Гитола*) и Елгинского (на оз. *Тюрья* – Тюрьянъярви). Елгинский погост начал выделяться из состава Городенского погоста уже к 1568 г., так как своеземцы поставили здесь, в волостке *на Тюрье*, Преображенскую церковь.

В соседнем с Городенским Сакульском погосте шли те же процессы. Уже перепись 1500 г. делит погост на две части, описывая большинство его деревень следующим образом: у *Сванского озера* (оз. Суходольского) и у *Святого озера* (оз. Пюхяярви – Отрадное) с его *Святской переварой*. К 1568 г. на Пюхяярви появились Покровская и Святониколаевская церкви, обозначая начало концентрации земель будущего Святозерского погоста шведских времен. И наоборот, в самом южном Сакульском погосте не выделились районы с новыми церквами, поэтому в XVII в., при шведской власти, погост так и остался единым. Другая судьба ждала восточный Соломенский погост: хотя к 1568 г. здесь также не появились церкви по окраинам, но своеобразие Салми заключалось в наличии Суоярвского анклава на севере, и при шведах в XVII в. этот анклав выделился в самостоятельный Сувозерский погост.

Церкви ставились жителями за свой счет, они же содержали священника и причт. Наличие новых церквей указывает на достаток и неплохую демографическую ситуацию, которые зависели от внутренней и внешней политики. Но как раз в середине XVI в. разразилась очередная война со Швецией, а с 1564 г. царь Иван IV Васильевич Грозный развязал опричнину. Приграничный Корельский уезд оставался в Земщине, и он так пострадал и обезлюдел от безудержного роста налогов и бегства спасавшихся от них жителей [История Карелии..., 2001. С. 110, 136–137], что царю пришлось организовать «обыски» – разбирательства о размерах и причинах запустений, с составлением на их основе новых Платежных книг. Так, сведения о Платежной книге Задней Корелы (не ранее 21 марта 1571 г.) [Самоквасов, 1909. Ч. 1. С. 35–37] дополняют несохранившуюся часть Писцовой книги 1568 г. Уточненная в результате «обысков» Платежная книга Ф. В. Калитина 1570-х гг. описывает уже весь Корельский уезд [Самоквасов, 1909. Ч. 2. С. 372–396]. Источники середины XVI в. показывают неизменность административно-владельческого членения приграничного Корельского уезда: он по-прежнему делился на 7 погостов, в Задней Кореле основой деления остаются общины-перевары. Политика Москвы в отношении административного деления уездов была консервативна.

Как видим, наличие новых церквей и приходов и складывание из них новых волостей (будущих погостов) никак не отразилось ни в переписи 1568 г., ни в платежных книгах. Между тем приведенные данные о погостах Передней Корелы доказывают наличие этих новых волостей, по крайней мере, в виде приходов. Но имеется источник о приходах и в Задней Кореле. Речь идет об «Обыске опустевших крестьянских жеребьев в переварах черносошных крестьян Кирьяжского

погоста Вотской пятины» Ф. В. Калитина от 21 марта 1571 г. [Самоквасов, 1909. Ч. 2. С. 59–125]. На первый взгляд, деление Кирьяжского погоста оставалось таким же, как в 1500 г., – это перевары Казимирова, Кюлажская, Петкольская, Кирьяжская, Соральская в Ыломанском погосте, Лаппилажская и Сосковская, Сосковская (делилась на Лапинскую и Сосковскую половины), Островская, Кокольская, Очелажская, Кезвалаская; владения своеземцев; вотчины монастырей: Пречистинского Коневского монастыря, Ивановского из Корелы-города монастыря и Никольского монастыря. Но «Обыск» 1571 г. подписали священники: 1–2. *Соральский* Егорьевский за себя и за *Мегельского* Никольского попа; 3. *Тервозимский* Преображенский; 4. *Кирьяжского погоста* Рождества Пречистой; 5. Иванский (Рождества Ивана Предтечи); 6. Ильинский *Кирьяжского погоста*; 7. *Евгинской выставки* Кирьяжского погоста Рождества Пречистой Богородицы; 8. Успенской Пречистой Богородицы *выставочный* священник; 9. *еще один* священник [Самоквасов, 1909. Ч. 2. С. 125]. Повсюду в России священники входили в волостное самоуправление, являясь наряду со старостами волостей ответственными перед властями лицами. Выставочными же назывались церкви, которые на первых порах строились и содержались главной церковью погоста, а затем, окрепнув, составляли самостоятельные приходы и центры полноценных волостей. Так, Кондопожская Успенская церковь была выставочной от Виданской церкви св. Николая, поэтому уже в XVI в. Никольский Шуйский погост состоял из Виданской волости (по нижнему течению р. Шуи) и Кондопожской волости, земли которой лежали вдоль берега Онежского озера до Деревянного [История Петрозаводска, 2008. С. 15]. Итак, к 1571 г. в Кирьяжском погосте имелись волости с центрами при церквах: два прихода в Куркиёки, приходы на о. Сорolансаари, в Микли, на п-ове Терву, Ильинский и еще один неизвестный приход, а также два прихода с выставочными церквами.

Напомним, что в волостке *На Тюрье* Городенского погоста местные своеземцы поставили Преображенскую церковь. Но, оказывается, кирьяжцы ясно обозначили свои претензии на эти же земли, построив там собственный выставочный Богородицкий храм. Эта приходская борьба за земли завершилась тем, что в XVII в. на Тюрьенъярви образовался самостоятельный Елгинский погост. Еще одну выставку с Успенской церковью мы идентифицируем с будущим Тиврольским погостом. Здешние земли также принадлежали чересполосно Городенскому и Кирьяжскому погостам, так что оба погоста имели деревни *В Гитоле над озером Гиярвом* (Хийтола). Неподалеку стояло селение *Веяла* (на Veijalanjärvi). Известно, что 29 мая 1599 г. епископ Корельский и Орешковский Сильвестр поставил в попы Веяльской выставочной церкви св. Николая Афанасия Яковлева сына: «совершил есми в попы Никольского Кирьяшского погоста *в выставку Веялу* к церкви и ко престолу к Николе чюдотворцу в свою епископью» [Материалы..., 1941. С. 378–379]. Обратим внимание на смену престольного почитания в Веяльской выставке (будущем Тивральском погосте) – св. Николай, а не Успение Богородицы. И в центре погоста в Куркиёки вместо Богородицкой и Ильинской церквей, оказывается, стоял храм во имя св. Николая, в связи с чем и весь погост-район был назван Никольским Кирьяжским. Очевидно, такая ситуация сложилась в результате шведской оккупации Корельского уезда 1581–1597 гг.

Наконец, мы можем только предположить, что в 1571 г. церковь во имя Иоанна Предтечи окормляла прихожан будущего Угменского погоста (в Укуниеми). В анализ не «встроились» Иванский и еще один священник. В этом нам совершенно не помогут ни русские, ни тем более шведские переписные книги, составленные во время оккупации. Так, Переписная книга *Кексгольмского лена* (оккупированного шведами Корельского уезда) 1590 г. – Manttaledh aff Kexholms Lhänn pro Anno 1590 – представляет только три погоста – Кирьяжский, Сердовольский и Иломанский, членение которых идентично русскому административно-владельческому делению [Manttaledh..., 1987. С. 265–282]. Впрочем, деление погостов Корельского уезда на выставки зафиксировал более поздний источник из архива Посольского приказа – «Список» русско-шведской границы от 3 августа 1621 г. [РГАДА, ф. 96, оп. 3, д. 94, л. 27–46].

«Список» фиксирует следующее деление. От Погранкондуш Соломенский погост Кексгольмского лена Швеции граничил с погостами и волостями Новгородского уезда России – с Олонецким погостом и с его Тулмозерской волостью; потом граница отмежевывала эту волость от кексгольмских *Шуйстамской выставки* (Suistamo) и деревень Кайбонаволок и Гулсюла (Кайпа и Хюрсюля); затем со стороны Швеции шла *Шуезерская выставка* (Suojarvi), которая граничила с Сямозерской волостью Олонецкого погоста и с Селецким погостом и с его Порозерской (Поросозеро) и Вонгозерской волостями (Селецкий погост входил в округ Лопских погостов Новгородского уезда); наконец, с Селецким погостом и с Ребольской волостью *Кольского уезда* граничил Иломанский погост.

Можно с уверенностью сказать, что именно успехи в деле церковно-приходского строительства в XVI в. внутри Корельского уезда – появление новых церквей и приходов – привели в 1610-х гг. к созданию новой системы погостов *Кексгольмского лена* Швеции. Но при этом сохранилась территориальная целостность бывшего Корельского уезда, название которого просто заменилось на шведское (*Kexholms lähn*). Осталось неизменным и самое первое и устойчивое деление Приладожской Карелии (Корельского уезда) на две половины: теперь Передняя Корела стала называться Южным Кексгольмским леном (*Kexholms Södre lähn*), а Задняя Корела получила название Северный Кексгольмский лен (*Kexholms Nårre lähn*). Административным центром оставался служить город *Kexholm*, который в русских источниках XVII в. именовался по-прежнему городом Корелой.

С 1630-х гг. Кексгольмский лен вместе с бывшими Орешковским, Ивангородским, Копорским и Ямским уездами стали одним Ингерманландским генерал-губернаторством с центром в Нарве. Но следует напомнить читателю, что и во времена Великого Новгорода области расселения прибалтийских финнов на северо-западе республики не входили в Новгородскую землю, заселенную по преимуществу русскими, а составляли отдельные Корельскую, Ижорскую и Водскую земли. Именно из этих земель и образовались вышеназванные уезды, выделенные в 1500 г. из первичного Новгородского уезда и названные так по городам на их территориях. Поэтому шведское Ингерманландское генерал-губернаторство, по существу, следовало многовековому опыту российской государственности по вычленению земель прибалтийских финнов в административные общности.

Шведы не выдумали и нового низового разграничения: подобно московским властям конца XV в., они восприняли и местный принцип административного деления, выработанный еще во времена Великого Новгорода: *церковь – приход – погост*, и само название низовой единицы – *pogost*. При этом «pogost»-ом они назвали не только центральные волости погостов новгородских и московских времен, но и появившиеся за XVI в. *выставки*, которые обозначали административную сущность окраинных приходов. По Кексгольмскому лену данное низовое административно-территориальное деление фиксируют шведские переписи и примыкающая к ним документация переписного характера.

Уже первая шведская Переписная книга 1618 г. (названа финскими архивистами «Käkisalmen läänin maakirja 1618») фиксировала сразу 14 погостов Задней Корелы, которые возникли в результате членения четырех ее погостов «образца» XV–XVI вв. на выставки-волости [Käkisalmen..., 1987]. В данном источнике нет переписи погостов Передней Корелы. Более информативна «Kexholms läns Jordebok 1631» – перепись «Кексгольмского лена» 1631 г. В ней отсутствует только перепись бывших города Корелы с Городенским погостом и Сванского Волочка, но впервые описан новый Святозерский погост (Pyhäjerffnoj Pogost) [Kexholms..., 1987]. В основном переписи фиксируют ситуацию в статике. Динамику передает иной шведский источник от 1 сентября 1635 г., в русском профессиональном переводе Посольского приказа от 23 октября 1635 г. – это «Именная роспись беглых крестьян Корелы и Корелского уезда». В Росписи показано почти все административно-территориальное деление Кексгольмского лена с 1620-х по 1635 г.; хотя в ней по-прежнему нет Кексгольма (Корелы) и Räisälä, но уже присутствует Тайпальский посад (бывший Сванский Волочок) [РГАДА, ф. 27, оп. 1, д. 18, л. 428–550].

Наконец, 14 погостов бывшей области Задней Корелы названы *Подсиверскими погостами*. Так их именует очередная шведская перепись 1637 г., написанная по-русски: «Лета 7146-го году или 1637-го году книги окладные Корелского уезда Потсиверских погостов» [Поземельная..., 1991. С. 458]. Этимология данной номинации достаточно прозрачна. Уже перепись 1500 г. называет многие деревни, расположенные севернее центров их погостов (волостей, перевар), по модели «деревня [такая-то] *под Сивериком*». Так что 14 Подсиверских погостов суть погосты в бывшей Задней Корале, расположенные к северу от центра всего лена города Кексгольма (Корелы). Даже здесь новые шведские подданные смогли использовать старинный местных способ географической номинации. Для доказательства приведем и написанную по-русски челобитную крестьян «*Корельского уезда всех Подсиверных 14 погостов*» шведской королеве Христине от 3 сентября 1641 г.: просят освободить их от налогов, так как «все до тла озябло» и в прошлом году был неурожай и хлеб закупают со шведских «*Орешка*, с Канец, с Дудорова, с *Ореховского уезда* да с *Выбора* и *с Выборского уезда*»; «Писана ся наша мирская челобитная на всею миру в Кирьяшском погосте» [Карелия в XVII в., 1948. С. 45–46]. Карелы по-прежнему упорно использовали сложившиеся в России наименования, хотя все эти земли являлись территорией Швеции.

«Роспись» 1635 г. распределила беглецов не просто по погостам, но внутри последних еще и по годам бегства (с 1620 по 1635 г.) и карельским деревням. Археографическая методика и палеография позволяют идентифицировать искаженные двойным переводом названия деревень с русскими переписями XV–XVI вв. Источник зафиксировал 1690 случаев бегства жителей лена в Россию, из которых 1103 (65 %) случаев представляли собой бегство целыми семьями. Из последних в 413 случаях значится их количественный состав (среднестатистически – 4,61 человека). Столь низкий показатель объясняется тем, что 35 % составляли семьи из 2–3 человек, т. е. молодые семьи. Если принять во внимание и детей в остальных бежавших семьях (760 случаев бегства «с семьей»), то можно уверенно констатировать: Кексгольмский лен покидала значительная, наиболее молодая, активная и репродуктивная в ближайшем будущем часть карельского общества [РГАДА, ф. 27, оп. 1, д. 18, л. 428–550]. На их места шведские помещики переводили в основном финнов, а карелы становились этническим меньшинством в Приладожской Карелии.

Произведенный анализ источников показывает, что шведское низовое административно-территориальное деление полностью проигнорировало бывшее административно-владельческое членение Корельского уезда на «волости», перевары, почтовые ямы, поместья и вотчины; вместо них появились шведские ленные владения и поместья. Если раньше наблюдалась сильная чересполосица земель погостов, так что их деревни могли находиться в одном районе или наоборот, в другом погосте, то теперь деление стало более строгим. При шведах старые и новые погосты наконец обрели четкие границы и все находившиеся в их пределах поселения были приписаны именно к данным погостам. Так что в шведское административно-территориальное деление вошла уже каждая деревня: *деревня – церковь – приход – погост*, чего раньше не наблюдалось из-за исторически сложившейся при власти Новгорода и Москвы административно-владельческой чересполосицы.

В качестве комментария к данному выводу приведем слова Веййо Салохеймо к публикации упомянутой выше Окладной («Поземельной») книги 1637 г.: «Принципы налогообложения, отразившиеся в Поземельной книге, соблюдались в Карелии вплоть до 1765 года, примерно 130 лет, несмотря на происходившие политические и административные изменения» [Поземельная..., 1991. С. 3]. Иными словами, данную шведскую систему восприняла Российская империя, используя ее вплоть до Третьей ревизии времен Екатерины II.

Суммируя материал исследования, перейдем к выводам. За первые семь веков «письменной» истории Приладожской Карелии система географического расселения в принципе не изменилась, поскольку с самого начала была привязана к природным условиям (наличие пригодных к сельскому хозяйству земель и промыслов). Наиболее заселенными являлись берега Ладоги, а район к северу от линии Вяртсяля – Суйстамо был заселен редко. Но с 1620-х гг. этнический состав жителей стал изменяться: на смену бежавшим карелам пришли финны. Административно-владельческая структура времен Великого Новгорода не перешла полностью в московский период истории Приладожья, поскольку часть земель сменила владельцев. Но при этом перевары-общины и вотчины карельских своеземцев и монастырей остались с прежним составом деревень и в прежних границах. В шведский период истории корпус владельцев полностью обновился, многие жители бежали и поэтому состав и границы владений резко изменились.

Наиболее последовательно эволюционное наследование различимо в административно-территориальном устройстве Приладожской Карелии. Территории Корельской земли, Корельского уезда и Кексгольмского лена практически совпадали, карельское Приладожье всегда делилось на две половины – области к югу и к северу от р. Вуоксы: Передняя Корела (Южный Кексгольмский лен) и Задняя Корела (Северный Кексгольмский лен = Подсиверные погосты). Границы погостов начинали складываться еще в дохристианское время как границы различных племенных групп карелов. Затем это разделение поддержало церковно-приходское разграничение на приходы. Административно приходы составляли погосты: *одна церковь – один приход – один погост*. В XVI – начале XVII в. уже внутри погостов образовались новые приходы-выставки. Именно данное церковно-приходское деление и было положено шведами в основу своей системы разграничения на pogost-ы, но при этом те погосты, в которых не имелось к 1620–1630-м гг. новых приходов (Сакула, Салми), остались в своем прежнем неделимом качестве. Старые и новые погосты обрели четкие границы, территориально объединявшие все деревни по принципу: *деревня – церковь – приход – погост*. Сложившаяся в 1637 г. низовая административно-территориальная система после 1710 г. без особых изменений влилась в Российскую империю и просуществовала в ней вплоть до 1765 г.

Источники и литература

Арциховский А. В., Борковский В. И. Новгородские грамоты на бересте (из раскопок 1956–1957 гг.). М.: Наука, 1963. С. 65–120.

Жуков А. Ю. Приладожье в 1500 году // Вуокса. Приозерский краеведческий альманах, 2002–2003. Вып. 3. СПб.; Приозерск: МП Комплекс, 2003. С. 104–114.

Жуков А. Ю. Формирование границ Карелии: крестьянское освоение территории и государство XII–XVII вв. // Границы и контактные зоны в истории и культуре Карелии и сопредельных регионов / Гуманитарные исследования. Вып. 1. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 7–19.

Жуков А. Ю., Кораблев Н. А., Макуров В. Г., Пулькин М. В. Ребольский край. Исторический очерк. Петрозаводск: Техцентр RISO, 1999. 21 с.

История Карелии с древнейших времен до наших дней. Петрозаводск: Периодика, 2001. 944 с.

История Петрозаводска: власть и горожане. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. 375 с.

Карелия в XVII в.: Сб. документов. Петрозаводск: Госиздат К-ФССР, 1948. 443 с.

Кочкуркина С. И., Спиридонов А. М., Джаксон Т. Н. Письменные известия о карелах. Петрозаводск: Карелия, 1990. 140 с.

Лаврентьевская летопись // Полное собрание русских летописей. Т. I. М.: Языки славянской культуры, 2001. 734 стб.

Материалы по истории Карелии XII–XVI вв.: Сб. документов. Петрозаводск: Госиздат К-ФССР, 1941. 440 с.

Муллонен И. И. Топонимия Присвирья: проблемы этноязыкового контактирования. Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. 356 с.

Новгородская первая летопись старшего и младшего изводов // Полное собрание русских летописей. Т. III. М.: Языки славянской культуры, 2000. 692 с.

Переписная окладная книга по Новугороду 7008 г. Вотской пятины. Корела с уездом // Временник императорского Московского о-ва истории и древностей российских. М., 1852. Кн. 12. Материалы. С. 1–188.

Писцовая книга Водской пятины 1568 г. // История Карелии XVI–XVII вв. в документах. Петрозаводск; Йоэнсуу, 1987. Т. I. С. 52–178.

Поземельная книга Кексгольмского лена 1637 г. // История Карелии XVI–XVII вв. в документах. Петрозаводск; Йоэнсуу, 1991. Т. II. С. 43–734.

Российский государственный архив древних актов (в тексте – РГАДА).

Самоквасов Д. Я. Архивный материал. Новооткрытые документы поместно-вотчинных учреждений Московского царства. М., 1909. Т. 2. Ч. 1. С. 35–37; Ч. 2. С. 372–396.

Якубов К. К. Россия и Швеция в первой половине XVII в. Сборник материалов, извлеченных из Московского Главного архива Министерства иностранных дел и Шведского Государственного архива и касающихся истории взаимоотношений России и Швеции в 1616–1651 гг. М., 1897. 284 с.

Kexholms läns Jordebok 1631 // История Карелии XVI–XVII вв. в документах. Петрозаводск; Йоэнсуу, 1987. Т. I. С. 288–567.

Käkisalmen läännin maakirja // Там же. С. 283–387.

Manttaledh aff Kexholms Lhänn pro Anno 1590 // Там же. С. 265–282.

Saloheimo V. Pohjois-Karjalan asutusmuodot 1600-luvulla. Kylä- ja pitäjäkartat. Joensuu: Pohjois-Karjalan Kirjapaino Oy, 1971. Sarja A. N:o 1. 275 s.; N:o 2. 187 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Жуков Алексей Юрьевич
зав. сектором истории, к. и. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Zhukov_A@Sampo.ru
тел.: (8142) 526184

Zhukov, Alexey
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Zhukov_A@Sampo.ru
tel.: (8142) 574387

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 80–89

УДК 940

НАСЕЛЕНИЕ ФИНЛЯНДИИ И РОССИЙСКИЕ ВОЕННЫЕ: ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМНОГО ВОСПРИЯТИЯ В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Е. Ю. Дубровская

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В статье освещены этнические аспекты взаимоотношений военнослужащих и жителей Великого княжества Финляндского в заключительный период финляндской автономии и во время российской революции 1917 г. Проанализированы взаимные представления, контакты и противоречия, возникавшие между военными и гражданским населением. Это открывает перспективы для изучения проблем политической культуры, военной антропологии, влияния военного фактора на жизнь населения «своей» / «чужой» территории, какой воспринималась Финляндия в Российской империи.

Ключевые слова: Первая мировая война, российская революция, 1917, военнослужащие, гражданское население, образы, контакты, противоречия.

E. Yu. Dubrovskaya. POPULATION OF FINLAND AND RUSSIAN SERVICEMEN: PROBLEMS OF MUTUAL PERCEPTION DURING WORLD WAR I

The paper throws light upon the ethnic aspects of relations between Russian servicemen and inhabitants of the Grand Duchy of Finland in the final period of Finland's autonomy and during the Russian revolution of 1917. The notions of each other, contacts and contradictions between military men and civil population are analyzed. This opens prospects for the study of political culture and military anthropology problems as well as the impact of the military factor upon the way of life in «Our» / «Their» territory as Finland was perceived in the Russian Empire.

Key words: World War I, Russian Revolution, 1917, servicemen, civil population, images, contacts, contradictions.

Проблема взаимоотношений российских военнослужащих и населения Финляндии как в заключительный период финляндской автономии, так и во время Гражданской войны 1918 г. в ставшем независимым финляндском государстве продолжает привлекать внимание исследователей. На формирование образа автономного в составе Российской империи Великого княжества и представлений российских военнослужащих о его жителях, прежде всего, повлияла динамика отношения населения к меняющемуся характеру имперского присутствия на этой северо-западной окраине страны в годы Первой мировой войны.

Период 1914–1918 гг. был для России не просто временем внешнего военного противостояния. Война оказала существенное влияние на внутреннюю политику империи, повысив

конфликтность политических, экономических, социальных и этнических отношений. В новейшей историографии подчеркивается качественно новый характер войны, которая потребовала «тотальной» мобилизации внутренних ресурсов для ведения внешних военных действий [Сенявская, 1999; Асташов, 2003; Новикова, 2008].

Великое княжество Финляндское оказалась именно тем регионом на рубежах воюющей империи, где на фоне отсутствия собственно военных действий образовались многочисленные внутренние «фронты». Первая мировая война в Финляндии – это масштабное испытание на прочность как царской империи последнего периода ее существования, так и традиционных методов управления центра зависимыми территориями [Соломещ, 1992; Черняев, 1993; Кетола, 1994; Колоницкий, 2001; Westerlund, 2001; Новикова, 2002; Клинге, 2005; Правилова, 2006; Luntinen, 2008; Юссила, 2009].

Милитаризация внутренней жизни Российской империи в период мировой войны была связана с централизацией внутреннего управления, вызвала конфронтацию между гражданской и военной администрацией, содействовала перенесению образа внешнего врага во внутренние отношения между национальностями государства. Наиболее ярко это проявилось в распространении германофобии. Качественно новый характер войны разрушал традиции имперской политики и уклад имперской жизни. Но особенно неоднозначным оказалось влияние войны на судьбу западных окраин в силу их стратегического положения в зоне противоборства воюющих империй, существовавшей системы «деконцентрированного» управления (вплоть до статуса автономии, как в случае Финляндии), наконец, культурной инаковости, ставшей ведущим фактором в конструировании образа врага в период войны.

В данной работе ставится задача исследовать, как складывались взаимные представления финляндцев и российских военнослужащих в годы Первой мировой войны. Это открывает перспективы дальнейшего изучения роли военного фактора в истории России начала XX в. и исследования особенностей восприятия российских военнослужащих гражданским населением империи. Противопоставление военных себя финляндцам в рамках дихотомии «мы – они» и аналогичное обособление гражданского населения от «человека с ружьем» – представителя чужой культуры – интересно с точки зрения исследования этнических стереотипов, формировавшихся как у военных и членов их семей, так и у жителей гарнизонных городов Финляндии [Дубровская, 2008].

Обращает на себя внимание весьма острая проблема контактов российских военных с населением Финляндии во время Первой мировой войны. Долгое время российские историки обходили молчанием вопрос о противоречиях, возникавших между военнослужащими и гражданским населением, и о представлениях, складывавшихся у них друг о друге.

Наиболее обстоятельное исследование истории российской армии и флота в Финляндии за более чем вековой период вхождения Великого княжества в состав Российской империи принадлежит П. Лунтинену [Luntinen, 1997]. Монография его соотечественницы О. Каремаа освещает, в частности, восприятие финляндским обществом российского административного и военного присутствия в бывшем Великом княжестве в 1917–1918 гг. [Karemaa, 1999]. Одни историки в соответствии с давней финляндской традицией продолжают называть события зимы – весны 1918 г. «освободительной войной», другие считают войной гражданской или «борьбой классов» [Manninen, 1993; Вихавайнен, 2009. С. 14–24].

Накануне Первой мировой войны основная расстановка сил участников назревавшего в Европе вооруженного противостояния была известна уже многие годы, поэтому Россия заранее стремилась упрочить свою безопасность на финляндском направлении. Однако средства, которыми решалась эта задача, раздражали финнов, и в столкновение стали приходить интересы национального развития Финляндии, с одной стороны, и закономерности имперского развития России, подкрепленные военно-стратегическими и экономическими потребностями империи, с другой [Расила, 1996].

Документы из фондов российских и финляндских архивов, современные исследования по истории российской армии и флота в Финляндии позволяют по-новому взглянуть на круг вопросов, связанных с восприятием рядовыми и офицерами населения княжества – финнов и шведов, проследить за отношением армейцев и флотских чинов к деталям быта и иным аспектам гражданской жизни.

В то же время материалы, обнаруженные в Архиве фольклора Финского Литературного Общества (собрание памятников устной традиции «1918»), дают возможность увидеть российских военных глазами финляндцев, как правило, их младших современников, правда, почти через полувековую толщу времени [SKS KRA]. Эти воспоминания, собранные в 1966 г. в рамках правительственного проекта и объеди-

ненные в коллекцию документов о событиях Гражданской войны в Финляндии, наиболее подробно изучены исследовательницей У.-М. Пелтонен [Peltonen, 2003]. Они привлекались и при подготовке итоговых публикаций по проекту канцелярии Государственного совета Финляндии «Людские потери в Финляндии. 1914–1922» [Venäläissurmat, 1/2004; 2/2004].

Неизменным пунктом предлагавшегося плана для рассказа о событиях, предшествовавших 1918 г., был вопрос о «русских войсках, периоде войны и русской революции». Однако при всей привлекательности этого источника, практически не вводившегося в научный оборот российскими исследователями, приходится учитывать то обстоятельство, что он создавался много позже описываемых событий, когда Финляндия уже прошла через горький опыт войн со своим восточным соседом, и в обществе сформировалась определенная «традиция рассказывания» о «России и русских». Воспоминания о тогдашнем негативном отношении к военным и особенно об участии (своем или своих близких) в акциях «сопротивления завоевателям» применительно к периоду Первой мировой войны нередко содержат преувеличения.

Наряду с множеством свидетельств мемуарного характера, авторы которых делают акцент на явных недостатках русских военных (пьянство, лень, зависть, неблагодарность и т. п.), немало и таких, которые рисуют их образ положительным. Ниже на них остановимся особо.

Столица Великого княжества Финляндского Гельсингфорс (Хельсинки), как и российская столица, был городом, населенным людьми разных национальностей. Помимо русских среди мигрантов из России встречались уроженцы Прибалтийских губерний, поляки, евреи, татары, цыгане, немцы и др., прибывшие сюда вместе с российскими войсками. Русские составляли наиболее многочисленную этническую группу. В конце XIX в. русский православный приход в Гельсингфорсе насчитывал до полутора тысяч чел., в 1910 г. – 2406 чел., из которых «постоянными» местными прихожанами были 513 чел., а 1899 чел. не являлись гражданами Финляндии. В 1900 г. в Великом княжестве Финляндском было 6 тыс. чел. русских, преимущественно живших в Гельсингфорсе и Выборге, что составило не более 0,22 % всего населения Финляндии [Koukkunen, Kasanko, 1977. S. 17; Turpeinen, 1984. S. 27].

Конкретной реальностью периода наступления имперской власти на автономные права Финляндии стал роспуск финляндских национальных войск. Задачи защиты территории княжества отныне должны были выполнять исключительно российская армия и флот. После ликвидации национальных вооруженных сил Финляндия в 1905 г. была включена в состав Петербургского военного округа. На ее территории происходило развертывание 22-го армейского корпуса, численность которого первоначально предполагалось довести до 14 тыс. человек. К началу войны она составила 35–40 тыс. человек. Корпус располагался вдоль южного побережья Финляндии [Ошеров, Суни, 1986. С. 63; Соломещ, 1992. С. 20; Расила, 1996. С. 136].

Численность российских подданных в Финляндии к лету 1917 г. достигла 200 тыс. чел., включая 125-тысячный личный состав армейских частей и подразделений, прежде всего, дислоцированного в Финляндии 42-го армейского корпуса, войск пограничной стражи и кораблей Балтийского флота, базировавшихся на финляндские порты [Luntinen, 1997. S. 342; Närhi, 1997. S. 171–172, 180]. Миф финляндцев, представлявший присутствие российской армии и флота в княжестве накануне и в годы Первой мировой войны чуть ли не «оккупацией» Финляндии, находит себе как подтверждение, так и опровержение в воспоминаниях современников.

Региональная политика самодержавия в своем стремлении к политической и экономической интеграции страны вынуждена была учитывать своеобразие Финляндии, этой пограничной территории на северо-западном рубеже империи. На практике это ставило военные власти перед необходимостью знакомить как «традиционного» новобранца, так и призывника-резервиста из российской глубинки с пусть даже самыми общими сведениями об автономной Финляндии, «национальной окраине», которой суждено было стать местом прохождения службы для тысяч рядовых и их офицеров.

К началу Первой мировой войны командование русскими войсками в Финляндии не могло ограничиваться публикацией специальной литературы, информировавшей высший офицерский состав об естественно-географических и тактических особенностях ведения боевых действий на территории княжества. Предпринимается попытка подготовить «Краткий очерк истории Финляндии и нынешнего ее устройства», рассчитанного на унтер-офицерский состав. Автором такого обзорного очерка, изданного ротапринтным способом, стал ротмистр Ильин [КА, д. 17247, л. 1–24]. К сожалению, точное время его написания установить

не удается, однако упоминание автором Законов о равноправии русских в Финляндии 1910 и 1912 гг. свидетельствует в пользу того, что очерк был подготовлен незадолго до начала Первой мировой войны.

Подготовка текста, обнаруженного среди документов коллекции «Русские военные бумаги» в Национальном архиве Финляндии, была продиктована необходимостью дать служившим здесь унтер-офицерам некоторые общие представления о Великом княжестве. Автор остановился на таких мало- или совсем неизвестных прибывавшим из России военным вопросах, как население края в древности, период шведского владычества, присоединение Финляндии Россией в результате наполеоновских войн, автономные права Великого княжества в составе Российского государства, административное устройство Финляндии, обязанности Императорского Финляндского сената и сейма, судебная система, городское самоуправление, церковь, высшие и средние учебные заведения, и даже перечислил действовавшие здесь секты.

Примечательны содержащиеся в очерке Ильина упоминания об этнических аспектах жизни сопредельных территорий. Сведения эти различны по характеру – от простой фиксации этнонимов периода средневековья («полудикое финское племя „ямь“» и «полудикое финское племя „кареллы“») до суждений о типичных свойствах тех или иных народов, и прежде всего, о ближайшем этносе-соседе – о финнах. Приводимые им оценки мало отличаются от тех, что встречаются в многочисленной литературе по «финляндскому вопросу», издававшейся накануне войны и изобиловавшей ссылками на враждебное отношение финляндцев к русским, к Православной церкви, к представителям русской армии и власти, к эмблемам имперской власти и пр. Н. Вальтер, в частности, по пунктам перечислял «отрицательные стороны финской жизни», что должно было, по мысли автора, привести читателя к негативному ответу на вопрос «Вправе ли финляндцы гордиться своей культурой перед русским народом?» [Вальтер, 1913. С. 253].

Ротмистр Ильин, сообщая служившим в Великом княжестве унтер-офицерам о «культуре шведов в Финляндии» в период шведского владычества, отметил: «шведы все же старались привить культуру финнам: распространяли христианство, вводили некоторый порядок в управление народа, издавали законы, устраивали суды и т. д., но при этом обставляли дело так, что финны всегда и во всем зависели от своих культурных завоевателей». Из очерка читатели узнавали, что «Швеция, бывшая могущественным государством, не могла хладнокровно смотреть на усиление нашей родины» и тогда «Император Петр Великий решил снова отобрать от Швеции старинные русские земли» [КА, д. 17247, л. 3].

Однако Ильин подчеркивал, что окончательный переход бывшей шведской окраины под власть России, предоставленные ей автономные привилегии, а также «дарование Финляндии прав иметь собственную монету и собственные войска» не снискали «искренней признательности» жителей княжества [КА, д. 17247, л. 3].

Специальный параграф «Неблагодарность финляндцев» повествует о том, что, несмотря на оказанные милости, они притесняли немногочисленное русское население края и не предоставляли ему «никаких прав в то время, когда сами пользовались всеми правами внутри Империи», и не желали «пойти навстречу требованиям правительства, предъявляемым финляндцам для общего с империей блага» [КА, д. 17247, л. 3].

В 1885 г., установив памятники в честь одержанных ими «частичных побед над русскими войсками» во время русско-шведской войны 1808–1809 гг., «…финляндцы, – пишет автор, – бросили оскорбительный вызов всем русскими людям и возмечтали о самостоятельном государстве, внушая всем, что Финляндия связана с Россией лишь в лице Монарха, что она не есть Россия, а отдельное государство, состоящее в унии (в союзе) с Россией». Об этом Ильин упомянул в разделе «Заблуждения финляндцев» [КА, д. 17247, л. 7], где пояснил причины их недовольства деятельностью генерал-губернатора Н. И. Бобрикова – ревностного проводника централизаторской политики имперской власти – из-за его стремления объединить Финляндию с Империей.

В развернувшихся «боях за память» о последней русско-шведской войне 1808–1809 гг. [Витухновская, 2007] гражданская администрация княжества призвана была взаимодействовать с военными властями. Свидетельство тому – предписание Выборгского губернатора генерал-майора Ф. фон Фалера коронному ленсману (главе местного управления) Суоярвского округа в Восточной Финляндии, направленное в декабре 1913 г. Из документа явствует, что Начальник военных перевозок по железным дорогам и водным коммуникациям полковник Месснер, действительный член Императорского военно-исторического общества, получил поддержку финляндского генерал-губернатора Ф. А. Зейна

в организации сбора «необходимых свидетельств о сохранившихся в Финляндии военно-исторических памятниках» для последующего широкого оповещения о найденных материалах. По распоряжению Зейна все губернаторы княжества должны были оказывать Месснеру полное и всестороннее содействие в осуществлении его задачи. В частности, позволить названному офицеру штаба «беспрепятственно проникать во все учреждения и заведения, имеющие какое-либо значение для изучения древних войн», и способствовать ему в исследованиях для подготовки отчета о сохранившихся в Финляндии военно-исторических памятниках [НА РК, ф. 830, д. 14, л. 1].

По поводу принятого центральной властью в мае 1912 г. Закона о равных с финляндцами правах русских граждан в Финляндии, вызвавшего «пассивное» сопротивление внутри финляндского общества, ротмистр Ильин пояснил, что, всячески стараясь воспрепятствовать проведению Закона в жизнь, «пассивисты» отказываются «исполнять работу, так или иначе относящуюся к ненавистному им закону, не вносят фамилии русских в избирательные списки, не разрешают им торговать и т. д.» [КА, д. 17247, л. 11].

Межэтнические противоречия, возникавшие в крае в столь напряженной политической обстановке и ставшие заметной стороной повседневной жизни этносов-соседей, нашли следующее отражение на страницах очерка: «Вот какой монетой финляндцы отплатили и продолжают платить русским за сделанное им Россией добро. Но разберемся, повинен ли перед нами, русскими, вообще весь финляндский народ? По справедливости, всю вину надо сложить только на некоторую часть его, которая подстрекает население Финляндии, во-первых, к неисполнению требований Имперского правительства, а во-вторых, к ненависти против русских... Кто занимает должности чиновников, кто служит в городских самоуправлениях, кто, наконец, является хозяевами банков, кредитных учреждений – конечно, в подавляющем количестве шведы. Все они, состоя вожаками разных политических партий в Финляндии, и восстанавливают остальное население против нас, русских»…» [КА, д. 17247, л. 12].

Официальный Петербург торопился подавить сепаратистские устремления финляндцев, опасаясь перехода Великого княжества под контроль Германии в случае получения независимости или даже расширения автономии [Юссила и др., 1998. С. 95–99]. Эти обстоятельства учитывались при подготовке унтерофицерского состава российских войск, дислоцированных в крае. Автор «Краткого очерка истории Финляндии» обвинил финляндских шведов в том, что они играли руководящую роль в Шведской народной и Младофинской партиях конституционалистов, а также в организованном после общероссийской политической стачки 1905 г. союзе «активистов» «Voima» («Сила»), который осенью 1905 г. был запрещен финляндским Сенатом по требованию центральной российской власти.

«Не хочется им расставаться с положением главных хозяев края, – писал Ильин, – поэтому они всеми силами и стараются отстоять свои позиции, справедливо рассуждая, что русские не допустят продолжения такой ненормальности». Завершая изложение взглядов военных властей на обстановку, сложившуюся в княжестве, автор отметил: «В последнее время, слава Богу, в среде финнов уже слышатся трезвые голоса в пользу русских, но пока таких голосов, к сожалению, очень мало» [КА, д. 17247, л. 12].

Примечательно руководство, которое должны были усвоить ознакомившиеся с пособием нижние чины унтер-офицерского звания в отношении гражданского населения края: «До того же времени, когда все население Финляндии поймет, что их истинными друзьями могут быть только русские, нам, служащим в этой стране, надлежит стараться показать населению, что мы пришли сюда не для нанесения им обид, а для своего дела, направленного на общую пользу. Поэтому мы в тех немногих случаях обращения к нам за чем-либо финляндцев безусловно обязаны идти навстречу им, однако же не нарушая при этом присяги, долга службы и распоряжений своего начальства. Вот тогда эта северо-западная окраина поймет, кого она должна слушаться, кому повиноваться» [КА, д. 17247, л. 13].

Приведенный красноречивый пассаж свидетельствует о коренном отличии восприятия сложившейся ситуации финляндской общественностью и русским военным командованием. По наблюдению исследователя, для русских в основе «финляндского вопроса» лежали соображения военной и оборонной политики, на национальные проблемы в Петербурге не обращали достаточного внимания, поскольку государственный интерес стоял превыше всего, в том числе и национальных проблем. Между тем «в Финляндии дела рассматривались не с военной точки зрения, и здесь отнюдь не опасались за безопасность российской столицы. Для финнов было важно все, что затрагивало финскую национальность и право на нацио-

нальное самоопределение» [Расила, 1996. С. 133]. В таких обстоятельствах находившиеся в Финляндии российские войска не только становились средством проведения политики центральных властей, но и неизменно оказывались заложниками политических амбиций сторон, что особенно проявилось в годы Первой мировой войны [Башмакофф, Лейнонен, 1990. С. 6–12; Мусаев, 2007. С. 53–105; Новикова, 2008. С. 193–199; Baschmakoff, 2010. С. 260–261].

Пришедшее вслед за Февральской революцией 1917 г. время бесконтрольной «свободы» вовсе не стало главным ускорителем разложения в армии [Булдаков, 1997. С. 126]. В тыловых гарнизонах финляндского княжества и на балтийских военно-морских базах, удаленных от театра военных действий, бытовая распущенность, пьяные дебоши и вызывающее поведение по отношению к местному населению не только рядовых военнослужащих, но и офицеров сделались частым явлением задолго до событий весны 1917-го.

О событиях такого рода сообщалось в рапортах гельсингфорсского полицмейстера финляндскому генерал-губернатору. Примеры содержатся и в «Справке о бывших в Финляндии в 1915 г. происшествиях, в коих были замечены чины флота Балтийского моря» [KA, «KKK» Hd 102]. В числе подобных нарушений в документе описан скандал, случившийся в начале мая 1915 г. в одном из гельсингфорсских ресторанов. Подвыпивший прапорщик Нежилов был раздражен тем, что студент Коскинен находился в зале ресторана в фуражке, и за это ударил студента «кулаком по лицу, а затем нанес оскорбление действием торговцу Лилиусу», попытавшемуся пояснить, что «студенты по старой традиции в день получения фуражек носят их и в комнате».

Причиной, вызвавшей своего рода «культурный шок» сторон, стала полная неосведомленность служивших в Финляндии военных о традициях, обычаях и особенностях народа, населявшего Великое княжество. В данном случае о давнем студенческом обычае носить, особенно в первые дни мая, студенческую фуражку – *lakki*-, составлявшую предмет гордости удостоившихся ее. Сохранились сведения об инцидентах в Гельсингфорсе и Або, виновниками которых оказались «находившиеся в состоянии сильного опьянения» флотские офицеры, угрожавшие то револьвером, то обнаженным кортиком, бесчинствовавшие в ресторанах, гостиницах и частных домах финляндцев, «беспокоившие публику в скверах» и даже открывавшие стрельбу по мирным жителям [KA, «KKK» Hd 102].

Поскольку об отношении российских военных к гражданскому населению Финляндии нами уже было подготовлено несколько публикаций [Дубровская, 2003, 2004, 2008. С. 57–77], представляется целесообразным подробнее остановиться на обнаруженных в финноязычных свидетельствах упоминаниях очевидцев об особенностях восприятия финляндцами «сынов востока», оказавшихся в княжестве по долгу службы.

В начале 1917 г., когда в Гельсингфорсе по карточкам отпускались хлеб, масло, сахар, обеспечение продуктами русских военнослужащих и их семей велось строго через интендантство соответствующих частей и подразделений. Однако у жителей княжества сохранялось устойчивое представление о том, что «русская армия их объедает», что отчасти основывалось на печальном опыте проводившихся в военное время реквизиций. Ежемесячная реквизиция у крестьян около 6000 голов скота вела к его истреблению, а значит, к резкому сокращению молочных продуктов на столе рядового финского потребителя [Тиандер, 1917. С. 66–69].

Между тем, как рассказывал один из жителей губернии Ваза (Вааса), в местах расквартирования частей солдаты сами доставляли себе провизию, у них всегда были привозная пшеничная мука и сахар. Другой старожил вспоминал о том, как «однажды в пост русские дали ему пшеничную муку». По мере обострения продовольственных трудностей люди стали часто ездить по окрестностям, с тем чтобы обменять мыло на хлеб. Некоторые горожане везли с собой масло с целью поменять его на муку у военных. Житель прихода Лиллкюро Э. Ханнунен «общался с русскими почти ежедневно», а в детстве часто бывал у них в казармах, располагавшихся в центре села. По его словам, «до революции к стоявшим здесь военным относились с пониманием, сохранялось естественное общение и никто не отзывался о них плохо», «никакой ненависти и скандалов никогда не было» [Heikkinen, 1999. S. 27]. К тому же здесь служили эстонцы и ингерманландцы, которые могли общаться с населением по-фински, а в деревне Курикка размещался целый отряд велосипедистов (самокатчиков), полностью состоявший из эстонцев.

Когда в Финляндии стал ощущаться дефицит сахара, местное население, по словам автора воспоминаний, «умея себя вести», всегда могло приобрести его у русских [Heikkinen, 1999. S. 28]. Сахар, в частности, служил сред-

ством оплаты жителям деревень за предоставленную возможность помыться в бане.

Уроженец местечка невдалеке от г. Пори (Бьернеборг) вспоминал, как в один из мартовских дней 1917 г. из города в их деревню прибыла казачья сотня, после чего человек семьдесять казаков регулярно ходили к ним в баню вместе с переводчиком – кавалеристом Федоровым. «Против них ничего не могу сказать плохого. Они всегда расплачивались сахаром, приносили его в наволочке, правда, не безупречно чистой, – пишет Эйнар Палмунен о своих впечатлениях (ему было тогда 14 лет). – Както раз мама забыла золотое кольцо на комоде в комнате, где рядовые одевались и ожидали после сауны кофе, а среди них был и такой, кого мы видели впервые». После ухода военных колечко обнаружилось на прежнем месте, что дало основание автору воспоминаний сделать наблюдение, противоречащее расхожему стереотипу: «значит, честность была присуща и им» [SKS KRA, Side 22: 105–106].

По воспоминаниям финнов из приботнических приходов, солдаты каждый день пекли хлеб и приглашали к столу тех, кто к ним заглядывал, и обижались, если от приглашения отказывались. «Многие считали их еду хорошей и хвалили её». Э. Палмунен пишет о том, как в детстве пил чай в казарме, и о поставленном тогда рекорде в шесть стаканов, как угощался солдатским супом, хотя и «на воде для умывания». Однажды офицер заказал ему набрать грибов, но заказ оказался неудачным: жители деревни собирали грибы только для компостных куч, и принесенная корзина оказалась напрасной. Никто из односельчан не умел их приготовить, и день «оказался потраченным впустую» [SKS KRA, Side 22: 108; Heikkinen, 1999. S. 27].

Э. Палмунен также запомнил красивые сапоги, сшитые ему русским казаком, с которым договорились жестами: ведь «в деревне было трудно найти сапожника, а в этих я щеголял еще призывником в 1923 году». Правда, по расчетам отца Эйнара, получить остаток кожи он должен был, а сапожник все-таки не вернул остаток, «но и то хорошо», – заключает автор воспоминаний [SKS KRA, Side 22: 108].

В январе 1918 г., во время вспыхнувшей в Финляндии гражданской войны, знакомых Э. Палмунену казаков вывезли поездом в направлении Пейпохья. В его детской памяти сохранились подробности этих событий. «Та группа русских, которая ходила к нам в баню, перед отправкой пришла еще раз – попрощаться и поблагодарить за гостеприимство, как требуют правила хорошего тона». Автор воспоминаний, конечно же, далек от того, чтобы идеализировать своих русских приятелей. По его словам, последний приход в казармы православного священника с целью «причастить» отъезжающих (такие действия вне храма в пересказе человека иной конфессиональной принадлежности сами по себе вызывают сомнение) завершился тем, что «все оказались пьяны вдребезги, не исключая батюшки». По заключению Палмунена, писавшего воспоминания в пожилом возрасте, причиной этого стало снижение у казаков дисциплины: к тому времени их сотня была уже «большевистски настроена».

Мотив падения дисциплины в среде военных, ставшего очевидным только после октябрьских событий 1917 г. в Петрограде, довольно распространен в воспоминаниях и соотносится с устоявшимся представлением финляндцев о том, что и как нужно вспоминать об Октябрьской революции. «Следует отметить, что ухудшение дисциплины не было непосредственным результатом Февральской революции 1917 г., – пишет автор воспоминаний, – лишь когда большевики пришли к власти, это ухудшение стало явным». По свидетельству Э. Палмунена, его семья получила от переводчика Федорова разъяснения о настроениях в казармах: «говорили, что „буржуев“ надо ликвидировать». Неудивительно, что такое «изменение настроений солдат» повлияло на «общую обстановку в деревне».

Однако и в первые годы войны отношения финляндцев с российскими военными складывались непросто. В Финляндию в составе армейских частей попадали представители этносов, прежде совершенно незнакомых местному населению, внушавшие поэтому опасения и часто отождествлявшиеся с военнослужащими казачьих частей. Жившая в Выборге Лемпи Ванханен вспоминает о прибытии в район местечка Ямса «множества киргизов и лошадей», она пишет о казаках, плясавших вприсядку и удивлявших местных жителей джигитовкой и игрой на балалайке. Уроженка финляндской столицы Анни Йортикка упоминает о построенных в Гельсингфорсе (Хельсинки) больших казармах, которые, как говорили, предназначались «для киргизов, очень грозных казаков». А на следующее лето «в город привезли китайских солдат, которых разместили где-то в лагерях, в районе нынешнего крематория в Хиетаниеми» [SKS KRA, Side 41: 95]. Хейкки Хови из-под Выборга запомнил, что в начале 1915 г. в их местность прибыл «русский саперный батальон для строительства укреплений, состоявший из татар и калмыков».

Этнолог А.-М. Острём опубликовала детские воспоминания финляндских шведов,

живших в Гельсингфорсе в начале XX столетия. В них встречаются рассказы то о «русских казаках», внезапно промчавшихся по городскому парку «на своих небольших лошадях» к ужасу нянечек, вышедших с детьми на прогулку, то о русских мороженщиках, у которых ребятам покупали «первомайское мороженое», помещавшееся «между двух вафель», или о том, что во время Первой мировой войны «мама шила белье для русской армии» [Åström, Sundman, 1990. S. 71, 146, 196].

Порой у жителей финляндского княжества возникали конфликты с казаками, ведь «сначала те считали, что пришли во вражескую страну», однако «вскоре под воздействием своего начальства стали вести себя пристойно». В дальнейшем отношения населения и русских «были мирными»: местные жители «не хотели иметь дел с саперами и казаками», однако кое-кто из женщин с ними общались, поскольку «позже в нашем приходе появились казачата», – вспоминает выборжанин Хейкки Хови [SKS KRA, Side 4: 175–176, 179].

Между военными и местными жительницами было заключено несколько браков, но более распространенными были кратковременные связи – явление, получившее название «русские невесты» и становившееся в коммунах серьезной проблемой. По воспоминаниям жителей прихода Лиллкюро губернии Ваза, каждое воскресенье в деревне устраивали танцы, где «девушки весьма грубо обращались с русскими», в частности, и из-за того, что в Лиллкюро «после них осталось несколько младенцев» [Luntinen, 1997. P. 407; Heikkinen, 1999. P. 27, 29–30].

Языковой барьер не позволял контактам между местными жителями губернии Ваза и находившимися в Эстерботнии военными выходить за рамки элементарных бытовых отношений, хотя сохранились свидетельства о том, что в некоторых коммунах русские обычно приглашали финнов и шведов на свои праздники «с песнями и музыкой» [Nykvist, 1988. S. 115]. В финляндской провинции, вдалеке от крупных городов, где не было большого скопления военных, политические баталии, разворачивавшиеся в столичной прессе Великого княжества, не влияли на повседневную жизнь сельского населения и не сказывались на взаимоотношениях местных жителей и военнослужащих.

Примечательно свидетельство родившегося в 1907 г. Эркки Уотила о настроениях его земляков в период гражданской войны: «В Финляндии повсюду проявлялось колебание, когда пришли русские. Одни в душе идеализировали их как пришедших освободителей, не было никакого единого мнения. Другие их ненавидели». И лишь когда началась Зимняя война 1939–1940 гг. «все объединились в братском единодушии» [SKS KRA, Side 52: 93].

По воспоминаниям уроженки Выборга Эстер Ойнонен, которая в 1917 г. двадцатилетней девушкой работала няней у детей городского судьи и проживала в его семье, в городе «…было много русских солдат, которым одни симпатизировали, другие их ненавидели». Примечательно пояснение, сделанное автором воспоминаний: «В особенности финские служанки любили исключительно их, потому что на внешность они были красивые, подтянутые, и вежливые, обходительные. Я, конечно, не собиралась с ними общаться, ведь у них были жены и дети в России, а многим девушкам пришлось плохо, когда эти отношения закончились» [SKS KRA, Side 22: 1].

Рассказчица упоминает и об одной из «стратегий выживания», к которым в 1918 г. приходилось прибегать ее хозяйке, если в Выборге устанавливалась власть «красных» или «белых» финнов. «…Стали ходить слухи, что в России была революция и там к власти пришли коммунисты, они стали помогать потом финским „пуникки“ [презрительное название так называемых «красных финнов». – *Е. Д.*], и те захватили власть, так что жизнь была совсем как мельница». Обыватели «прицепляли на грудь красные бантики, опасаясь мести „пуникки“, или же сине-белые вместо них, смотря кто победил. И в семье этого судьи хозяйка всегда по обстановке меняла нам, служанкам, такие значки» [SKS KRA, Side 22: 2].

И военнослужащие, и финляндцы проявляли осведомленность о неотъемлемых для подобной ситуации клишированных жестах. Красный бант в этом контексте выполнял присущую политическим символам функцию маркировки «своего» пространства, передачи информации и, наконец, установления контактов между единомышленниками. Аналогичную смысловую нагрузку нес и «альтернативный» бант, сочетавший цвета национального флага независимой Финляндии.

В заключение следует отметить, что изучение многосторонних аспектов армейской и флотской повседневности периода Первой мировой войны, особенностей психологии российских военных, служивших в Финляндии, социально-нравственных норм и представлений рядовых и офицеров об этносах-соседях (финнах и шведах) позволяют представить ту реальность, в которой в 1914–1918 гг. оказались тысячи в недавнем прошлом гражданских людей, мобилизованных под ружье и на себе испытав-

ших воздействие модернизационных процессов в вооруженных силах России.

Факты межэтнических конфликтов между российскими военными и населением бывшего Великого княжества Финляндского не позволяют довольствоваться идиллической картиной «классовой солидарности русских солдат и матросов с революционным финляндским пролетариатом», которая долгое время рисовалась в отечественной исторической литературе. В первые годы войны как армейцы, так и моряки балтийских военно-морских баз не только становились средством проведения политики имперских властей, но оказывались заложниками политических амбиций центра и национальной финляндской элиты.

Однако, делая акцент на конфликтах и противоречиях между военнослужащими и финляндцами в период российской революции 1917 г., следует избегать другой крайности – отрицания всякого взаимодействия между ними. Преодоление «перекосов» такого рода позволяет уйти из-под влияния новых мифов и стереотипов в отечественной историографии, пришедших на смену старым.

Источники и литература

Асташов А. Б. Русский крестьянин на фронтах первой мировой войны // Отечественная история. 2003. № 2. С.72–86.

Башмакофф Н., Лейнонен М. Из истории и быта русских в Финляндии 1917–1939 // Studia Slavica Finlandensia VII / Eds. V. Melanko, A. Mustajoki, E. Peuranen. Helsinki, 1990. 100 с.

Булдаков В. П. Красная смута: природа и последствия революционного насилия. М., 1997.

Вальтер Н. Изнанка финляндской культуры: Материалы для очерка финляндских нравов. СПб., 1913.

Вихавайнен Т. Национальное освобождение или социальное восстание? Гражданская война 1918 г. в Финляндии и национальное самосознание. Петрозаводск: ПетрГУ, 2009. 27 с.

Витухновская М. А. «Битва монументов»: русско-шведские войны в национальной памяти империи и Великого княжества // Историческая память и общество в Российской империи и в Советском Союзе (конец XIX – начало XX века). Междунар. коллоквиум. Науч. докл. СПб.: Европейский дом, 2007. С. 48–58.

Дубровская Е. Ю. Письма российских военнослужащих в Финляндии периода первой мировой войны // Скандинавские чтения 2002 года: этнографические и культурно-исторические аспекты. СПб.: Наука, 2003. С. 465–476.

Дубровская Е. Ю. Финляндия и финляндцы в представлениях российских военнослужащих в годы первой мировой войны // Многоликая Финляндия. Образ Финляндии и финнов в России. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2004. С. 239–262.

Дубровская Е. Ю. Российские военнослужащие и население Финляндии в годы Первой мировой войны. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. 128 с.

Кетола Э. Русская революция и независимость Финляндии // Анатомия революции. 1917 год в России: массы, партии, власть / Ред. В. Ю. Черняев. СПб.: Глагол, 1994. С. 294–307.

Клинге М. Имперская Финляндия: [Пер. с фин.]. СПб.: Изд. дом «Коло», 2005. С. 545–588.

Колоницкий Б. И. Символы власти и борьба за власть: К изучению политической культуры российской революции 1917 года / Ред. В. Ю. Черняев. СПб.: Дм. Буланин, 2001. 349 с.

Мусаев В. И. Россия и Финляндия: миграционные контакты и положение диаспор (конец XIX в. – 1930-е годы). СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2007. 484 с.

Национальный архив Республики Карелия (в тексте – НА РК).

Новикова И. Н. «Финская карта» в немецком пасьянсе: Германия и проблема независимости Финляндии в годы Первой мировой войны. СПб.: СПбГУ, 2002. 300 с.

Новикова И. Н. Великое княжество Финляндское в годы Первой мировой войны: от автономии к независимости // Война и общество в XX веке. Кн. 1. Война и общество накануне и в период Первой мировой войны / Ред. С. В. Листиков. М.: Наука, 2008. С. 186–321.

Ошеров Е. Б., Суни Л. В. Финляндская политика царизма на рубеже XIX–XX вв. Петрозаводск: ПетрГУ, 1986. 76 с.

Правилова Е. А. Деньги и власть в политике России на национальных окраинах 1801–1917 / Ред. И. Жданова. М.: Нов. изд-во, 2006. 456 с.

Расила В. История Финляндии / Ред. Л. В. Суни. Петрозаводск: ПетрГУ, 1996.

Сенявская Е. С. Психология войны в XX веке. Исторический опыт России. М.: РОССПЭН, 1999. 383 с.

Соломещ И. М. Финляндская политика царизма в годы первой мировой войны (1914 – февраль 1917). Петрозаводск: ПетрГУ, 1992. 90 с.

Тиандер К. Финляндия и Россия. Петроград, 1917.

Черняев В. Ю. Революция 1917 года и обретение Финляндией независимости // Отечественная история. 1993. № 6. С. 27–45.

Юссила О. Великое княжество Финляндское, 1809–1917: [Пер. с фин. под ред. А. Ю. Румянцева]. Хельсинки: Ruslania, 2009. С. 740–770.

Юссила О., Хентиля С., Невакиви Ю. Политическая история Финляндии, 1809–1995. М.: Весь Мир,1998. 384 с.

Baschmakoff N. Динамика локального пространства: репрезентации Карельского перешейка на переломе XIX–XX вв. в мемуарных текстах // Karelia Written and Sung. Representations of Locality in Soviet and Russian Contexts / Eds. P. Suutari, Yu. Shikalov. Jyväskylä; Kikimora Publications. Aleksanteri Series 3/2010. P. 250–265.

Heikkinen S. Den Ryska soldatsken och Österbottningarna // Blod på drivan: Händelserna 1917–1918 ur ett östrbottniskt perspektiv / Red. M. Koskimies-Envall. Vasa, 1999. S. 25–36.

Kansallisarkisto (в тексте – KA).

Karemaa O. Vihollisia, vainooja, syöpäläisiä: venäläisviha 1917–1923. Helsinki: SKS Toimituksia 1998. 221 s.

Koukkunen H., Kasanko M. Helsingin ortodoksinen Seurakunta 1827–1977. Helsinki, 1977.

Turpeinen O. Venäjänkielisten määrä Suomessa vuonna 1900 // Venäläiset Suomessa 1809–1917 / Toim. P. Kurkinen. Helsinki: Finnish Historical Society, 1986. S. 21–28.

Luntinen P. Sota Venäjällä – Venäjä sodassa. Helsinki: SKS, 2008. P. 405–462.

Luntinen P. The Imperial Russian Army and Navy in Finland 1808–1918. Helsinki: Finnish Historical Society, 1997.

Manninen O. Kapina, kansalaissota, vapaussota // Itsenäistymisen vuodet 1917–1920. 2 osa / Toim. O. Manninen. Helsinki: Valtionarkisto, Painatuskeskus, 1993. S. 10–21.

Nykvist N. Aktivism och passivt måtstand i södra Svenskösterbotten 1899–1918. Vasa, 1988.

Närhi M. Venäläiset joukot Suomessa autonomian aikana // Venäläiset Suomessa 1809–1917 / Toim. P. Kurkinen. Helsinki: Finnish Historical Society, 1997. S. 161–180.

Peltonen U.-M. Muistin Paikat: Vuoden 1918 sisällissodan muistamisesta ja unohtamisesta. Helsinki: SKS, 2003. 330 s.

Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kansanrunous Arkisto (в тексте – SKS KRA).

Venäläissurmat Suomessa 1914–1922. Osa 1: Sotatapahtumat 1914–22 / Toim. L. Westerlund. Helsinki: Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja, 1/2004. 283 s.

Venäläissurmat Suomessa 1914–1922. Osa 2: Sotatapahtumat 1918–22 / Ed. L. Westerlund. Helsinki: Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja, 2/2004. 285 s.

Westerlund L. Suomen portti. Politiikka ja hallinto Varsinais-Suomessa vuosina 1809–1917. Jyväskylä: Gummerus, 2001. S. 221–247.

Åström A.-M., Sundman M. Hemma Bäst. Minnen från barndomshem i Helsingfors. Helsingfors: Svenska litteratursällskapet i Finland, 1990. 240 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Дубровская Елена Юрьевна
старший научный сотрудник, к. и. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: dubrovskaya@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 577758

Dubrovskaya, Elena
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: dubrovskaya@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 577758

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 90–96

УДК 37 (2Р-6КАР)

СТОЛКНОВЕНИЕ ИМПЕРИЙ: РОССИЙСКО-БРИТАНСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ИНТЕРВЕНЦИИ СОЮЗНИКОВ НА СЕВЕРЕ РОССИИ, 1918–1919 ГОДЫ

Ник Барон

Университет Ноттингема (Великобритания)

В данной статье рассматривается британская интервенция на севере России, особенно в Карелии и районе Мурманска, в 1918–1919 гг. Основное внимание в статье уделяется взаимному восприятию британскими и белогвардейскими военачальниками друг друга. Основными источниками данной статьи стали опубликованные, а также неопубликованные мемуары, написанные командирами и офицерами британской и белогвардейской армий.

Ключевые слова: британская интервенция, российско-британские взаимоотношения, гражданская война, белогвардейцы, Белая армия, империализм.

Nick Baron. A CLASH OF TWO EMPIRES: RUSSO-BRITISH RELATIONS DURING THE ALLIED INTERVENTION IN NORTH RUSSIA, 1918–1919

This article examines the British intervention in North Russia, especially in the regions of Karelia and Murmansk, in 1918–1919, with a particular focus on the mutual perceptions and inter-relations of the British and White Russian military commanders. The article is based principally on the published and unpublished memoirs of these commanders and other officers of the British and White Russian armies.

Key words: British intervention, Russo-British relations, civil war, White Guards, White Army, imperialism.

Вступление

Объектом рассмотрения данной статьи является британская интервенция на севере России, особенно в регионах Карелии и Мурманска, в 1918–1919 гг. Основное внимание в статье уделяется взаимному восприятию британскими и белогвардейскими военачальниками друг друга. В частности, я исхожу из предположения, что оно сформировалось не только под влиянием конкретных исторических и географических обстоятельств, но и под влиянием прочных культурных предубеждений и стереотипов, вытекающих из обоюдного опыта длительного колониального господства и, как следствие, обретения чувства собственного природного превосходства – так называемого «имперского инстинкта». Как будет показано в статье, лидеры британских и русских сил все же нашли почву для взаимопонимания, когда возникла третья сила, политические требования и действия которой ставили под сомнение, расшатывали или подрывали их позиции, основанные на империалистском самосознании.

Основными источниками данной статьи стали опубликованные, а также неопубликованные мемуары, написанные командирами и офицерами британской и белогвардейской армий.

Как исторические свидетельства эти материалы, разумеется, субъективны, избирательны и зачастую служат самооправданием, что ставит под сомнение их достоверность, однако как средство для понимания культурных предпосылок и побуждений, лежащих в основе взаимного восприятия и формирующих его, они вполне уместны и эффективны. Кроме того, в исследовании используются некоторые личные документы, а также военные и дипломатические источники.

Исторический контекст моего исследования хорошо известен и нуждается лишь в небольшом пояснении. В начале 1918 г. британцы высадили в Мурманске небольшой контингент, состоящий из 130 морских пехотинцев, первоначально по приглашению Мурманского совета для того, чтобы оказать помощь в предотвращении угрожающего наступления немцев к свободному ото льда арктическому побережью. После того как большевики в марте 1918 г. заключили мир с немцами, союзники высадили дополнительные экспедиционные силы с двумя следующими целями: во-первых, чтобы защитить запасы военного снаряжения, которые были к этому времени накоплены на севере России, и, во-вторых, для того чтобы восстановить восточный фронт против немцев, оказав поддержку белогвардейским силам в регионе – довольно разношерстной компании, состоящей из антибольшевистских политиков, царских офицеров, искателей приключений и выгоды. После подписания перемирия с Германией в ноябре 1918 г. британцы на севере России оказались в затруднительном положении. Посланные сюда офицеры не испытывали никакого энтузиазма по отношению к новой предполагаемой миссии, целью которой было возглавить контрреволюционное движение, а рядовые солдаты открыто высказывали свое недовольство, вплоть до неподчинения [Тарасов, 1958; Kennan, 1958; Ullman, 1961–1972; Swettenham, 1967; Jackson, 1972; Dobson, Miller, 1986; Kettle, 1988, 1992; Голдин, 1993, 1999; Kinvig, 2006].

Следует отметить особый характер как русского, так и британского офицерских корпусов на Мурманском направлении [Maynard, 1928; Ironside, 1953; Белый север, 1993; Заброшенные в небытие, 1997; Hughes, 1997]. Здесь среди русских не было личности, имевшей такой же авторитет и влияние, как, например, Колчак в Сибири или Деникин и Врангель на юге, и в среде британских офицеров не было таких страстных русофилов, как Альфред Нокс, который находился в армии Колчака и агитировал британское правительство открыто поддержать контрреволюцию, пропагандируя свое видение большевистской угрозы как еврейского заговора, финансируемого из немецких источников, целью которого был не только захват России, но и мировое господство [Knox, 1921; Kettle, 1992. P. 490]. (В 1930-е гг. Нокс стал горячим поклонником Гитлера [The Times, 3 December 1937. P. 18; Haxey, 1939. P. 194–237; Griffiths, 1983. P. 182–186].)

Мало кто из британских офицеров в Мурманске в 1918 г. разделял идеологический пыл Нокса. Неосведомленность, бесцельность, взаимное недоверие и растерянность царили как среди союзников, так и среди белогвардейцев. Все это подготовило почву для столкновения двух империализмов.

Столкновение империй

Первым командиром союзных сил в северной России с марта 1918 г. был генерал-майор Ф. С. Пуль, профессиональный офицер-артиллерист, почти двадцать пять лет прослуживший в африканских колониях. Будучи талантливым военным, он совершенно не обладал политической тонкостью и тактом и обращался со своими русскими союзниками с добродушной снисходительностью британского имперского офицера, разговаривающего с дружелюбными туземцами.

Генерал Чарльз Мейнард, посланный в Мурманск в июле для того, чтобы перенять командование у Пуля, позже вспоминал в своих мемуарах об отношении Пуля к двум военным лидерам областного совета – генерал-майору Николаю Ивановичу Звегинцеву, бывшему офицеру Царскосельского гвардейского гусарского полка, и капитан-лейтенанту Георгию Михайловичу Веселаго, военно-морскому офицеру, которых он называл «Свиггенсом» и «Весселсом», соответственно:

> [Пуль] относился к ним, как хозяин относится к паре своих слуг, постоянно давая им понять, что они должны помнить о своей ответственности и делать все для процветания его дома, и при этом не сомневаясь ни секунды в том, что все их действия должны в точности следовать его заранее обдуманным планам [Maynard, 1928. P. 38–39].

Британские офицеры, включая Мейнарда, воспринимали своих русских собратьев по оружию в лучшем случае как энергичных, но своенравных любителей, а в худшем – как самодовольных дилетантов или коварных и полудиких варваров. Себя же, напротив, они оценивали как закаленных, непревзойденных мастеров своего дела под маской добросердечных, но умеренных энтузиастов.

Как и следовало ожидать, русские неприязненно восприняли подобное отношение. Генерал Владимир Владимирович Марушевский,

в прошлом гвардеец российской императорской армии и главнокомандующий белогвардейской армии в Архангельске и Мурманске с ноября 1918 г. по август 1919 г., помнил свое негодование по этому поводу даже десять лет спустя, находясь в изгнании в Париже, где писал свои мемуары. В них он вспоминал, что «сыны гордого Альбиона» не могли себе «представить русских иначе, чем в виде маленького, дикого племени индусов или малайцев что ли». Далее он писал:

> Русское мнение, исходившее от людей даже высокостоящих в императорской России, встречалось англичанами с добродушным снисхождением, похлопыванием по плечу и с той типичной английской веселостью, которая заставляет людей совершенно не различать, имеют ли они дело с очень умным и хитрым человеком или с совершенным простаком. Результат этого русско-английского обмена мнений был всегда один и тот же. Англичане всегда все делали по-своему и всегда неудачно [Голдин, 1993. С. 188–189].

Впрочем, это была не совсем обычная история, когда русские выражали недовольство тем, что сейчас окрестили бы «русофобией», но что в действительности являлось выражением чувства природного превосходства британского высшего класса перед всеми другими нациями, приобретенного за годы колониального господства. Иными словами, британские офицеры не выказывали каких-то особенных предубеждений в отношении русских; как полагал Марушевский, они считали все остальные нации вторым сортом [Soutar, 1940; Ironside, 1953; Ullman, 1961. P. 256; Dobson, Miller, 1986. P. 137–39]. Например, генерал Эдмунд Айронсайд, который позже в 1918 г. принял командование над всеми войсками союзников на севере России, на протяжении всей своей долгой и выдающейся карьеры не предпринимал никаких усилий, чтобы скрыть свое глубокое отвращение ко всем национальностям, кроме британцев. Примечательно, что Айронсайд стал прообразом Ричарда Хеннея, героя патриотического приключенческого романа Джона Бакана «Тридцать девять ступеней» (1915 г.). Позже, в 1930-е гг., Айронсайд, который в самом начале Второй мировой войны на короткий период был назначен главнокомандующим Вооруженными силами метрополии, по слухам, также симпатизировал британским фашистам [University of Sheffield Library, Special Collections, British Union Collection, 7/Wise (i) and (ii)]. Айронсайд также был выдающимся членом «англо-немецкого братства» [The Times, 3 December 1937. P. 18; Haxey, 1939. P. 194–237; Griffiths, 1983. P. 182–186].

Дальнейшее повествование я посвящу одному из британских офицеров, нетрадиционные взгляды которого вызывали враждебность в равной степени как среди британцев, так и среди русских. Им был полковник Филипп Джеймс Вудс, вспыльчивый и неуживчивый уроженец Ольстера, находившийся в состоянии постоянного противостояния и конфликта со своими сослуживцами, сумевший сперва как солдат, а затем как политик построить продолжительную, но полную разочарований и в конце концов приведшую его к краху карьеру [источник информации о биографии Вудса здесь и далее: Baron, 2007].

Как и у множества других британских офицеров на севере России, военная карьера Вудса началась с англо-бурской войны (правда, не в регулярных силах британской армии, а в Южноафриканской полиции, которую возглавлял генерал-майор Роберт Баден-Пауэлл). До 1914 г. Вудс был членом Добровольческих сил Ольстера – организации, созданной для защиты (в случае необходимости и с помощью оружия) союза Ирландии с Великобританией (хотя он, вероятно, вступил в нее не столько из-за политических убеждений, сколько из любви к приключениям, а также из-за того, что его новый тесть был видным активистом ирландского унионизма).

В начале Первой мировой войны Вудс был зачислен в 36-ю (Ольстерскую) дивизию, где заслужил орден «За безупречную службу» за свое участие в битве на Сомме и начал быстрое продвижение по служебной лестнице. Тем не менее в августе 1917 г. Вудс был смещен с поста командующего батальоном в результате кампании, организованной его сослуживцами.

Источником их враждебности был не только сложный характер Вудса, но и его стремление в любом конфликте поддержать более слабую и беззащитную сторону. Эта черта характера проявлялась в его общественной деятельности двумя способами. Во-первых, в его по-хорошему покровительственном отношении к социально угнетенным и обездоленным. Вудс сам родился и вырос в бедном рабочем квартале Белфаста (хотя его родители были из обедневших дворянских семей, занимавшихся сельским хозяйством), и лишь позднее он вновь поднялся вверх по социальной лестнице, добившись успехов в бизнесе (он был квалифицированным текстильным дизайнером), а также удачно женившись. Во-вторых, в сочувствии тем, кто терпел притеснения по признаку религиозной или расовой принадлежности. Даже будучи унионистом, империалистом и патриотом, Вудс был ярым противником религиозной вражды и сочувствовал тяготам ирландцев-католиков, впрочем, разумеется, не настолько, чтобы поддерживать их

борьбу за независимость. Коллеги Вудса из офицерского корпуса были, в основном, выходцами из известных, тесно связанных между собой аристократических семей Белфаста, представителями его политической элиты и членами Оранжевого ордена – для них Вудс был выскочкой, чуждым их кругу и притом придерживающимся сомнительных политических убеждений.

Весной 1918 г. военное министерство приняло решение отправить Вудса на север России, полагая это наилучшим методом использования его несомненных военных навыков на таком отдалении, которое не позволило бы ему стать причиной дальнейших скандалов. Оно недооценило способности Вудса в организации неприятностей.

Когда Вудс оказался в северной России, генерал Мейнард дал ему задание сформировать карельский полк и возглавить его для противостояния возглавляемому немцами вторжению белофиннов в западные районы Карелии. За время быстрой и успешной осенней кампании Вудс проникся глубоким восхищением к тем, кем он командовал. Вскоре он открыл и «истинную причину» карельского национализма (о карельском национализме этого периода см.: [Jääskeläinen, 1965; Churchill, 1970; Дубровская, 1991; Vituhnovkaia, 2001]).

Расположение и симпатии Вудса к карелам, разумеется, не освобождали его от предрассудков и предубеждений его поколения. Вудс видел в карелах моральную чистоту, отраженную в их непринужденном чувстве юмора, гостеприимстве, верности и «естественной» дикости. Объясняя их пристрастие к пыткам своих врагов, Вудс писал в своих мемуарах, что «просвещенные стандарты Европы» неприменимы «к людям, столь сильно отставшим от нас в социальном развитии» [Baron, 2007. P. 176–177]. Карелы напоминали ему ирландцев. Как и ирландские солдаты, писал Вудс, они, «казалось, становились только спокойнее, когда ситуация ухудшалась». Далее он продолжал: «Моментально отзываясь на доброту, они могли становиться совершенно бестолковыми и упрямыми в ответ на принуждения или запугивания». И, подводя итоги: «Ими можно было руководить, но не погонять» [Baron, 2007. P. 245].

Для Вудса карелы были «благородными дикарями». И он пришел в ярость, когда узнал, что один из офицеров его корпуса называет их «неграми» (слово, которое, как впоследствии упоминал в своих мемуарах Вудс, карелы понимали) [Baron, 2007. P. 277]. Он отправил письмо этому офицеру, в котором писал, что карелы – «белые люди» и «если с ними обращаться, как с „белыми людьми“, они и будут вести себя соответствующим образом» [Письмо от 2 July 1919, в фонде P. J. Woods, Imperial War Museum (IWM) Department of Documents, Box 78/24/1]. В своих мемуарах Вудс так высказывался о своем оппоненте: «Десятилетний опыт его службы в Королевском полку африканских стрелков, откуда он только что прибыл, сослужил плохую службу, когда ему пришлось командовать этими жителями севера» [Baron, 2007. P. 276]. Несмотря на то что отношение двух офицеров к колониальным подданным различается, проявляясь в разном видении расовой и культурной иерархии, несомненно, что они оба, в сущности, являются носителями «имперского инстинкта».

Как же сами карелы оценивали британскую интервенцию? Поначалу они надеялись на то, что британцы смогут обеспечить им защиту как от захватнических амбиций финнов, так и от российского империализма. Зимой 1919 г. небольшая группа образованных карелов провела совещание в штабе полка Вудса в Кеми. Позже они вручили Вудсу петицию, которая по их просьбам должна была быть передана «Его Величеству Королю Великобритании»:

> С Россией сжиться мы никогда не сможем, да и не желаем. К Финляндии, которая наглым образом хотела присоединить нашу родину к себе, опустошив наши села и деревни, унеся наши последние деньги-гроши, мы быть солидарны никогда не хотим. <...> Умоляюще просим принять нашу родину Карелию под защиту Британии, которую всякий щиплет, т. е. Карелию» [Документ находится в фонде P. J. Woods, IWM Department of Documents, Box 78/24/1].

Вудс сочувствовал их тяжелому положению и не желал развеивать их мечты об автономии под британским протекторатом. Он даже спроектировал для них полковой флаг – зеленый трилистник на оранжевом фоне (т. е. ирландский национальный символ и цвет унионистов), который те использовали в качестве своей национальной эмблемы. Он давал им советы по организации избирательной системы для голосования за национальное собрание, которое, в свою очередь, должно было представлять их интересы на Парижской мирной конференции и на основе формирования сберегательного банка и кооперативных торговых обществ смогло бы обеспечить им финансовую самодостаточность. Получив краткий отказ из Лондона в ответ на просьбу карелов о британском покровительстве, Вудс был оскорблен не меньше тех, кому это послание было предназначено, считая такое решение упущенной возможностью для Британии не только исполнить свой имперский долг, но и извлечь пользу из богатейших местных ресурсов (об отношении союзников и белогвардей-

цев к вопросу о восточной Карелии в международной дипломатии см.: [Jääskeläinen, 1965. P. 152–168, 205–213]; и о подробностях мировоззрения и деятельности Вудса см.: [Baron, 2007, особенно глава 7]).

Для британских офицеров и дипломатов, как и для белогвардейцев, взгляды и действия Вудса в лучшем случае были всего лишь романтическим заблуждением и политической ошибкой, а в худшем – изменой. И хотя вначале Мейнард восхищался уровнем военного мастерства карелов (как он писал Вудсу, они были «великолепными бандитами»), позже его приводила в ярость их «нелепая» политическая активность, которая подрывала его и без того напряженные отношения с белогвардейцами (Мейнард называет карелов «великолепными бандитами» в письме Вудсу, датированном 11 сентября: [Woods Papers, IWM 78/24/1]. О встрече Мейнарда с русским командиром Ермоловым, после которой он объявил политические стремления карелов «нелепыми» см.: [Entry for 17 March 1919, War Diary, General Staff, (Appendix), The National Archives (TNA): Public Record Office (PRO) War Office (WO) 95/5424; и Maynard's telegram to War Office, 30 March 1919, in TNA: PRO WO 33/966, No. 1461]).

Фрэнсис Линдли, поверенный Министерства иностранных дел Великобритании в Северной России, был направлен в марте 1919 г. с визитом к Вудсу в его штаб-квартиру Карельского полка в Кеми. Он доложил лорду Керзону в правительстве:

> Вудс, кажется, приобрел большое влияние на [карелов] и немало сделал для подъема национального духа среди людей, которые до сих пор всегда считали себя неотъемлемой частью России. <…> Пыл полковника Вудса вызвал определенное беспокойство среди русских, но генерал Мейнард уверил меня, что дал Вудсу строгий приказ прекратить свою политическую деятельность и не поощрять сепаратистские тенденции, которые в настоящее время совершенно очевидно ограничиваются небольшим по численности населением уезда [Письмо от Линдли Керзону, 5 марта 1919, TNA: PRO FO 175/7/885, p. 6].

Весной и летом 1919 г., когда отступление союзников было все ближе и карелы начали массово дезертировать из полка Вудса, опасаясь белогвардейских репрессий, Мейнард выступил с публичным оскорбительным заявлением, в котором он называл карелов «посмешищем», не достойным звания солдата [Woods Papers, IWM 78/24/1].

Белогвардейцы же зашли еще дальше. Ермолов, заместитель губернатора северной области, согласно мемуарам Вудса, объявил карелам, что они «мятежные свиньи и дворняги, чей выводок нужно истребить под корень» [Baron, 2007. P. 271]. Генерал Марушевский гневно заявлял:

> Я не могу понять, как вы, мужчины, имеете наглость считать, что союзники оденут вас и дадут денег, что они будут сражаться за вас в нашей стране, пока вы, как трусы, болтаетесь здесь без дела (в дополнении А в июльском July War Diary, General Staff, TNA: PRO WO 95/5424. См.: также мемуары Марушевского, воспроизведено в: [Белый Север, 1993. С. 321]).

«В нашей стране»… Для этих бывших офицеров Российской империи карелы, разумеется, не обладали никаким правом на собственную государственность. Для некоторых из них карельский национализм был всего лишь немецко-большевистским заговором по разобщению и разрушению России или схемой финского правительства по расширению своих границ, а Вудс был просто-напросто введен в заблуждение. Как писал Ермолов генерал-губернатору Е. К. Миллеру в Архангельск (этот доклад был также направлен в штаб-квартиру в Мурманске и в правительство):

> [Полковник Вудс] – сильный и энергичный мужчина – в заботе о своих подчиненных слишком увлекся своей ролью. Появился новый карельский флаг (оранжевое полотно с трилистником – несомненно, ирландский); и этот трилистник используют в своей униформе не только карельские офицеры и солдаты, но и британские офицеры, возглавляющие карелов. Впервые на исторической сцене появилась «Карельская нация», и свежеиспеченные офицеры, среди которых есть два или три бывших учителя, неуклюже обсуждают вопросы, на которых на протяжении десяти прошедших лет умело играла банда панфинских агитаторов в Карелии. Они заручились поддержкой британского командования, и их работа основывается на значительных продовольственных запасах [TNA: PRO Foreign Office (FO) 175/1/889, p. 1–2].

Относительно Вудса заключение Ермолова гласило: «Не может быть никаких сомнений в его искренности, оттого его ошибки еще более печальны, так как в них он проявляет типичное британское упрямство» [TNA: PRO FO 175/1/889, p. 3].

Другие русские, тем не менее, полагали, что за новообретенным карельским национализмом скрываются козни Британской Империи – метафора «коварного Альбиона». В самом деле, Марушевский в своих мемуарах в Париже утверждал, что само понятие «карельской национальности» было британским «изобретением» [Белый Север, 1993. С. 188–189]. Владимир Игнатьев, левый антибольшевик и министр внутренних дел в архангельском правительстве

до августа 1919 г., писал свои мемуары в советской тюрьме. В таких обстоятельствах неудивительно, что его тон был еще более обличающим:

> В Карелии англичане устроили авантюру – английский полковник, командовавший там военными силами, сорганизовал тайный съезд корел [ориг.] и, играя на их национальном чувстве, провел резолюцию о независимости, в которой этот съезд передавал вопрос, от имени карельского народа, на разрешение Лиги Наций. Нечего указывать на то, что здесь англичане выкраивали себе первый колониальный плацдарм на нашем севере. Мы протестовали и авантюру эту сорвали [Белый Север, 1993. С. 155].

Очевидно, что российско-британский союз на севере России был построен на взаимной неосведомленности, недоверии и несовпадающих целях – даже несмотря на то, что до подписания перемирия 11 ноября 1918 г. существовало некоторое совпадение в стратегических интересах: защита региона от немцев, а затем и общая враждебность по отношению к большевикам, а также сочувствие политическим настроениям среди местного населения.

Такой союз был, несомненно, хрупок, и неудивительно, что в течение 1919 г. он распался. В октябре союзники вывели все свои силы с севера России. Многие как среди русских, так и среди британцев (включая Уинстона Черчилля) восприняли отступление союзников как предательство по отношению к русским. Вудс же, конечно, считал это вероломным предательством по отношению к карелам.

В сущности, британцы с самого начала своей интервенции на север России не преследовали какой-либо четкой цели и от начала и до конца оставались глубоко и сознательно равнодушными к культурным, этнографическим и историческим сложностям территорий, которые они оккупировали. «Я представлял себе блистательное вступление в российскую столицу, – писал позже один майор о своем восточном приключении, – где прекрасные принцессы будут спасены от революции» [Poole, 1957. P. 42]. Хотя британцы определенно не преследовали никаких территориальных или экономических интересов в данном регионе (за исключением защиты уже сделанных в него инвестиций), их взгляды и действия были сформированы «имперским инстинктом», уходящим корнями в опыт их колониального завоевания и правления. Для них русские были наполовину азиатами: русские офицеры изображались как властители и паши – коварные, лживые и жестокие, лишь временами привлекательные в своей экзотичности и наивности; русские и карельские крестьяне – как дикари, чья культурная, расовая и социальная эволюция была максимум на одну ступень выше, чем у африканских племен. Поэтому неудивительно, что белогвардейские офицеры, которые сами привыкли к роли колониальных властителей, хотя и отчаянно нуждались в помощи союзников, были глубоко возмущены имперским отношением к ним самим и испытывали глубокие подозрения в отношении истинных мотивов британцев.

Несговорчивый уроженец Ольстера, отстаивая права небольшого народа, не имевшего собственной отдельной истории, своей деятельностью вызвал на свет предрассудки, высокомерие, ожесточенность и лицемерие со стороны как британцев, так и русских, которые в этих злополучных исторических событиях в равной степени были носителями империалистических идеологий. Опыт Вудса на севере России не подорвал его собственной веры в миссию Британской Империи. Однако он укрепил его уверенность в том, что имперская система Британии коррумпирована и цинична и обречена на гибель, если только с исторической сцены не уйдут все представители продажных и своекорыстных элит. Как упоминалось ранее, эта точка зрения легла в основу его агрессивной, но не приведшей ни к каким конкретным результатам политической карьеры в Северной Ирландии в 1920-е гг. В 1930-е гг. Вудс какое-то время был связан с Уильямом Джойсом (позже ставшим известным как «Лорд Хау-Хау»), хотя нет никаких доказательств того, что он сам был втянут в британское фашистское движение, как поступили многие из разочаровавшихся, несгибаемых офицеров Британской Империи.

Безусловно, в этой статье опущены некоторые тонкости и нюансы российско-британских взаимоотношений во время Гражданской войны и интервенции. В частности, здесь не упомянуты британские и русские офицеры, которые искренне уважали и понимали культуру друг друга (хотя по общему признанию, число их было невелико), так же как и особенную значимость в этих событиях рабочего класса. Чувство общей сплоченности рабочего класса, солидарности в трудностях, а иногда и общие политические убеждения формировали отношения между простыми солдатами британских и других союзных сил и русскими призывниками как в Красной, так и в белогвардейской армии. Также были они важны для формирования предрассудков и пропаганды с обеих сторон [Lockley, 2003]. В частности, на Архангельском фронте было отмечено массовое братание среди солдат всех армий, которые недоумевали и были возмущены тем, что оказались втянутыми в чью-то чужую войну.

Выводы, которые необходимо сделать из этой истории, очевидны. Во-первых, следует отметить безрассудство иностранной интервенции, слабо продуманной и осложненной отсутствием энтузиазма и разобщенностью войск, презрительным отношением к своим союзникам, которое иногда достигало такой же степени, как и враждебность по отношению к реальному противнику. Во-вторых, необходимо указать на взаимно неблагоприятные последствия того, что можно назвать «культурной непримиримостью» в российско-британских отношениях, игнорированием общности наших ценностей и интересов и упорным подчеркиванием незначительных различий. Все это, к сожалению, продолжает существовать в некоторых областях наших взаимоотношений и по сей день.

Перевод с английского языка Н. В. Кузьминой.

Литература

Белый север. 1918–1920 гг. Мемуары и документы. Выпуски 1, 2 / Под ред. В. И. Голдина. Архангельск: Аргус, 1993.

Голдин В. И. Интервенция и антибольшевистское движение на русском севере, 1918–1920. М.: МГУ, 1993.

Голдин В. И. Гражданская война в России и на русском севере: проблемы истории и историографии. Архангельск: Солты, 1999.

Дубровская Е. Ю. Противоборство панфинизма и русского самодержавия в Карелии // Вопросы истории Европейского Севера / Под ред. М. И. Шумилова. Петрозаводск: ПГУ, 1991.

Заброшенные в небытие: интервенция на Русском Севере (1918–1919) глазами ее участников / Под ред. В. И. Голдина. Архангельск: Правда Севера, 1997.

Тарасов В. В. Борьба с интервентами на севере России» (1918–1920 гг.). М.: Гос. изд-во полит. лит., 1958.

Baron N. The King of Karelia. Col P. J. Woods and the British Intervention in North Russia, 1918–1919. A History and Memoir. London: Francis Boutle Press, 2007.

Churchill S. Itä-Karjalan kohtalo, 1917–1922: Itä-Karjalan itsehallintokysymys Suomen ja Neuvosto-Venäjän välisissä suhteissa, 1917–1922. Porvoo: Werner Söderström, 1970.

Dobson Ch., Miller J. The Day We Almost Bombed Moscow. London: Hodder and Stoughton, 1986.

Griffiths R. Fellow Travellers of the Right. British Enthusiasts for Nazi Germany, 1933–39. Oxford: OUP, 1983.

Haxey S. Tory M.P. London: Victor Gollancz, 1939.

Hughes M. Inside the Enigma: British Officials in Russia, 1900–39. London: Hambledon, 1997.

Ironside E. Archangel, 1918–1919. London: Constable, 1953.

Jackson R. At War with the Bolsheviks. The Allied Intervention into Russia, 1917–20. London: Tom Stacey, 1972.

Jääskeläinen M. Die ostkarelische Frage. Die Entstehung eines nationalen Expansionsprogramms und die Versuche zu seiner Verwirklichung in der Aussenpolitik Finnlands in den Jahren 1918–1920. Helsinki: Finnish Historical Society, 1965.

Kennan G. F. Soviet-American Relations, 1917–1920, Vol. II, The Decision to Intervene. London: Faber & Faber, 1958.

Kettle M. Russia and the Allies 1917–1920, Vol. II, The Road to Intervention, March-November 1918. London: Routledge, 1988.

Kettle M. Russia and the Allies 1917–1920, Vol. III, Churchill and the Archangel Fiasco, November 1918 – July 1919. London: Routledge, 1992.

Kinvig C. Churchill's Crusade: The British Invasion of Russia 1918–1920. London: Hambledon Continuum, 2006.

Knox A. With the Russian Army, 1914–1917, being chiefly extracts from the diary of a military attaché. London: Hutchinson & Co, 1921.

Lockley A. Propaganda and the first cold war in North Russia, 1918–1919 // History Today. Vol. 53, September 2003. P. 46–53.

Maynard C. M. The Murmansk Venture. London: Hodder and Stoughton, 1928.

Poole J. Undiscovered Ends. London: Cassell, 1957.

Soutar A. With Ironside in North Russia. London: Hutchinson, 1940.

Swettenham J. Allied Intervention in Russia, 1918–1919, and the part played by Canada. London: George Allen & Unwin, 1967.

Ullman R. H. Anglo-Soviet relations, 1917–1921, 3 vols. Princeton: Princeton University Press, 1961–72.

Vituhnovkaia M. Cultural and Political Reaction in Russian Karelia in 1906–1907. State Power, the Orthodox Church, and the 'Black Hundreds' against Karelian Nationalism // Jahrbücher für Geschichte Osteuropas. 2001. Vol. 48.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Ник Барон
доцент Университета Ноттингема
NG7 2RD, Великобритания, Ноттингем, Юниверсити-Парк, каб. A6 Lenton Grove
эл. почта: Nick.Baron@nottingham.ac.uk
тел.: (0115 95) 15957

Nick Baron
Associate Professor
University of Nottingham
Room A6 Lenton Grove, University Park, Nottingham, United Kingdom, NG7 2RD
e-mail: Nick.Baron@nottingham.ac.uk
tel.: (0115 95) 15957

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 97–105

УДК 37 (2Р-6КАР)

ПЕРЕСЕЛЕНИЕ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ФИННОВ В СОВЕТСКУЮ КАРЕЛИЮ В 1930–1933 ГОДАХ: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Евгений Ефремкин

Университет Йорк (Торонто, Канада)

На материалах статистических данных фондов Переселенческого управления при СНК КАССР анализируется переселение финнов из США и Канады в Карелию в начале 1930-х гг. На основе статистического анализа делаются выводы о причинах иммиграции и проводятся различия между канадским и американскими переселенческими потоками.

К л ю ч е в ы е с л о в а : «карельская лихорадка», трансатлантическая иммиграция, национальное строительство, национальная политика.

Evgeny Efremkin. IMMIGRATION OF NORTH AMERICAN FINNS TO SOVIET KARELIA DURING 1930–1933: A STATISTICAL ANALYSIS

The article analyses Finnish immigration from the United States and Canada during the early 1930s on the basis of statistical materials of the Resettlement Agency of the Council of People's Commissars of Soviet Karelia. Statistical analysis allows insights into the reasons for immigration and into the differences between the US and Canadian immigration groups.

K e y w o r d s : «Karelian fever», trans-Atlantic immigration, ethnic building, nationalities policies.

«Карельская лихорадка» является интересным историческим феноменом начала 1930-х гг., в процессе которого свыше шести тысяч американцев и канадцев пересекли Атлантику с целью найти новый дом и работу в совершенно иных политических, экономических, культурных и социальных условиях. «Карельская лихорадка» представляет собой редкую и ценную находку для историков, изучающих иммиграцию и историю диаспор, поэтому неудивительно, что в последнее время она стала темой целого ряда международных исследований. Однако не следует забывать и про трагизм этой истории. Многие из финнов-иммигрантов, приехавшие в советскую Карелию, честно здесь трудившиеся и строившие будущее для себя и своих семей, стали жертвами жестких и несправедливых репрессий во время «большого террора» 30-х гг. XX в. Такое жестокое и неразумное преследование этих нескольких тысяч людей часто создает эмоциональное напряжение для исследователя. Порой трудно читать письма и дневники эмигрантов, следовать по их маршруту из Скандинавии в Северную Америку и затем обратно на Европейский континент, погружаться в их повседневную жизнь, временами иметь возможность проследить эмоциональный и духовный рост личности, чтобы в некий момент натолкнуться на архивную запись, подобную этой: Стром Норманн Карлович, родился в 1912 г., иммигрировал из Канады

в 1931 г., механик и музыкант, расстрелян 11 февраля 1938 г. [Harris, 2008. P. 341].

Варпу Линдстрём в Канаде, Маркку Кангаспурро в Финляндии и Ирина Такала в России – вот историки, осуществляющие передовые исследования на мировом уровне в этой области. Их совместный проект «Канадские жертвы сталинских репрессий» (Canadian Victims of Stalin's Purges, 2006–2010), посвященный истории иммиграции североамериканских финнов в Советскую Карелию, позволяет воссоздать жизнь эмигрантов, дать им законное место в истории Северной Америки, Финляндии и России. Кроме того, эти исследователи создали для потомков тех, кто жил в Карелии, такую возможность, как вебсайт «Missing in Karelia» (http://missinginkarelia.ca), чтобы они могли узнать о судьбе своих предков и, может быть, установить связь с теми родственниками, о существовании которых они не подозревали. В данной статье я попытаюсь представить статистическую информацию о финнах-иммигрантах, покинувших Канаду и США в разгар «карельской лихорадки», и представить сравнительный анализ канадского и американского потоков переселенцев.

Представленный мной статистический анализ охватывает почти четыре тысячи североамериканских финнов, отправившихся в советскую Карелию между 1930 и 1933 гг. [Списки Переселенческого управления 1934 г. (Место хранения – Национальный архив Республики Карелия), составлены постфактум, хранятся в личной коллекции Варпу Линдстрём в архивах Университета Йорк, Провинции Онтарио, Канада)]. Это существенная и репрезентативная выборка, поскольку она охватывает свыше 70 % переселенцев: согласно подсчетам И. Р. Такала, к середине мая 1932 г. в Карелию прибыло 3228 человек, а в моей выборке число переселенцев, прибывших к тому времени, насчитывает 2319 человек [Takala, 2007. P. 40]. Далее, согласно информации ГПУ, к концу октября 1932 г. в Карелию прибыло 4399 североамериканцев [Takala, 2007. P. 40]. Моя выборка включает в себя 3344 переселенца, прибывших до конца октября 1932 г., что составляет соответственно 76 % от числа финнов, «заболевших» к этому времени «карельской лихорадкой».

Списки американских и канадских эмигрантов, ставшие источниковой базой данного исследования, содержат полные имена иммигрантов, год рождения, профессиональное занятие, место работы в Карелии и дату прибытия. Эти записи позволили мне выявить количество и размер семей, которые прибыли в Карелию, отыскать тех, кто был частью расширенных семей, сосчитать количество одиноких мужчин и женщин в соответствии со временем их прибытия. Далее я смог обратить внимание на неравное соотношение полов в переселении. В этой статье представлены данные об общем количестве мужчин и женщин, участвовавших в иммиграции в Карелию, а также анализ их половозрастной и семейной структуры. Кроме того, с помощью статистического анализа данных была получена информация о профессиях эмигрантов, а также о местах их работы как в целом для диаспоры, так и для отдельных половозрастных групп. Наконец, я попытался проследить подъемы и спады «карельской лихорадки» по году и месяцу прибытия в Карелию. Целью данной статьи является предоставление собранных данных и их анализа в помощь другим исследователям этой темы. Статистические данные, о которых идет речь, дадут возможность историкам, изучающим политическую, культурную и в особенности социальную историю, приблизиться к общему определению такого явления, как «карельская лихорадка», и станут важным дополнением к индивидуальным характеристикам эмигрантов.

Во время исследования было обнаружено несколько важных тенденций. В целом в американской и канадской литературе о «карельской лихорадке» проводится немного различий между североамериканскими соседями. Одним из объяснений этому является тот факт, что местное население Карелии и СНК КАССР видели лишь небольшую разницу между американцами и канадцами. Разнообразные записи показывают, что при необходимости руководство Карелии относило североамериканцев то к одной, то к другой группе. Например, лесорубы обычно причислялись к канадцам; хотя, как показывают факты, в качестве лесорубов были зарегистрированы более 40 % приехавших из США. С другой стороны, местное население часто относило всех североамериканцев к американцам, хотя каждый третий переселенец был из Канады. Существует несколько объяснений данной тенденции. Во-первых, США обладали превосходством перед Канадой на международной арене, и, во-вторых, далекая Северная Америка часто ассоциировалась в сознании российских, а впоследствии и советских граждан с образом капитализма, эксплуатации и преступности, хотя одновременно существовал образ Америки и как страны больших возможностей. При этом анализ социальной и культурной структуры американских и канадских финнов позволяет выявить важные различия между двумя группами иммигрантов. Несмотря на то что эти

различия не являлись всеобъемлющими, они проливают свет на разницу в причинах исхода, а также во внутриполитических, экономических и социальных условиях в США и Канаде в начале 1930-х гг. Наконец, сравнительный анализ позволяет пролить свет и на различный опыт канадцев и американцев в Советском Союзе.

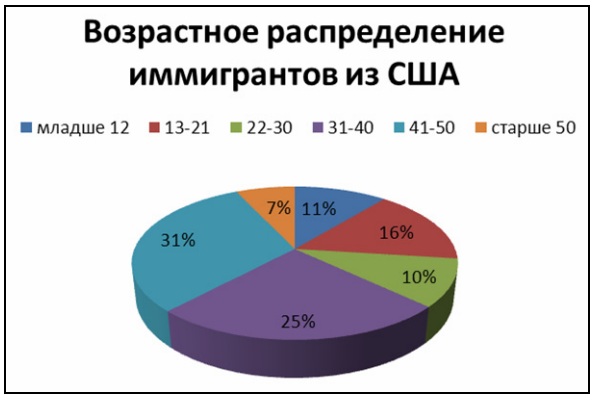
Пожалуй, наиболее явным различием между американскими и канадскими иммигрантами в Карелию является семейная структура иммиграции. В целом переезд североамериканских финнов в Карелию являлся, как правило, семейным переселением, даже в некотором роде цепной миграцией, которая была относительно интенсивной, хотя и продолжалась всего несколько лет. Примерно 75 % переселенцев были близкими родственниками: мужьями, женами, матерями, отцами, детьми, братьями и сестрами. Как видно на графиках 2.1 и 2.2, только каждый четвертый иммигрант не имел семьи в момент переезда в Карелию. Большое количество семейных переселенцев позволяет мне выдвинуть гипотезу, что «карельская лихорадка» не могла быть столь сильно мотивирована идеологически, на что указывают некоторые исследователи [Sevander, 2008]. Малоправдоподобным кажется и то, что «идеологический фанатизм» был присущ многим из тех, кто искал работу в самый тяжелый период экономики в XX в. Другими словами, кажутся спорными утверждения, согласно которым новобрачные пары с маленькими детьми, процентное соотношение которых среди переселенцев было высоким, приехали, чтобы найти нечто большее, чем экономическую и социальную стабильность [Ефремкин, 2008. С. 48]. Это не отрицает симпатий переселенцев к левому движению и его роль в принятии решения покинуть Северную Америку. Однако существует огромная разница между наличием политических и идеологических убеждений, с одной стороны, и их радикальными проявлениями, с другой.

Статистические данные также свидетельствуют о половозрастных различиях внутри и между группами американцев и канадцев. Североамериканские переселенцы были преимущественно мужчинами, только треть из них составляли женщины. Численное преимущество мужчин в переселении можно объяснить несколькими факторами. В Канаде, например, Великая депрессия сильнее отразилась на финских мужчинах, чем на женщинах. Большинство финнок в Канаде работали в домашнем хозяйстве, которое не пострадало от кризиса так серьезно, как лесопильная, строительная и сельскохозяйственная отрасли, обеспечивавшие занятость большинства мужчин [Lindstrom, 2007. P. 12]. Моя статистическая выборка подтверждает эту тенденцию: так, из 1089 переселенцев, прибывших в Карелию без семьи, женщин было только двадцать пять (чуть более 2 %). Эти данные наводят на следующую мысль. Как показали Варпу Линдстрём и Самира Сарамо, финские женщины в начале XX в. при общей симпатии к социализму во многих отношениях разделяли левые убеждения менее охотно, чем финны-мужчины. Это позволяет увидеть прямую взаимосвязь между последствиями Великой депрессии для североамериканских финнов-социалистов и социальной структурой иммиграционного потока в Карелию. Важной – пусть и не единственной – причиной того, почему в Карелию ехало больше мужчин, являлся тот факт, что депрессия не оказала такого сильного влияния на финских женщин. Как следствие, идеологическая подоплека иммиграции из США и Канады в Карелию, очевидно, была вторичной по отношению к экономическим факторам.

Как уже отмечалось выше, статистический анализ иммиграционных потоков из США и Канады демонстрирует несколько важных различий в социальном составе американских и канадских переселенцев. Например, существует значительная разница в соотношении приехавших без семьи. Если из американских иммигрантов не имел семьи только каждый пятый, то среди канадских финнов без семьи приехали уже примерно два переселенца из пяти. Кроме того, существуют различия по возрастному признаку. В целом канадцы были намного моложе, чем американцы. Например, среди не состоящих в браке иммигрантов в возрасте от 22 до 30 лет было вдвое больше канадцев, в то время как в возрастной группе от 41 до 50 лет одиноких американцев было почти в четыре раза больше, чем канадцев (см. график 3.1). Аналогичная ситуация наблюдается и среди семейных иммигрантов: и здесь канадцы были значительно моложе американцев. Например, среди канадских иммигрантов старше 50 лет было только чуть больше 2 % переселенцев, хотя среди американцев этот показатель составлял 7 %. Также показательно, что если американцы в возрасте от 22 до 30 лет составляли 10 % от всех американских иммигрантов, то среди канадцев переселенцы этого возраста составили уже треть (см. графики 4.1–4.4).

Одно из объяснений существенной разницы в возрасте между канадскими и американскими иммигрантами предлагает Варпу Линдстрём. Она отмечает, что финские переселенцы

1.1



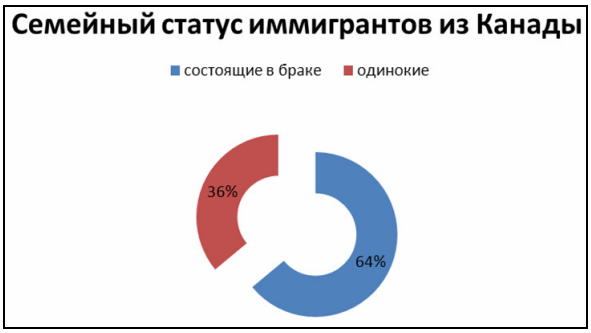
1.2



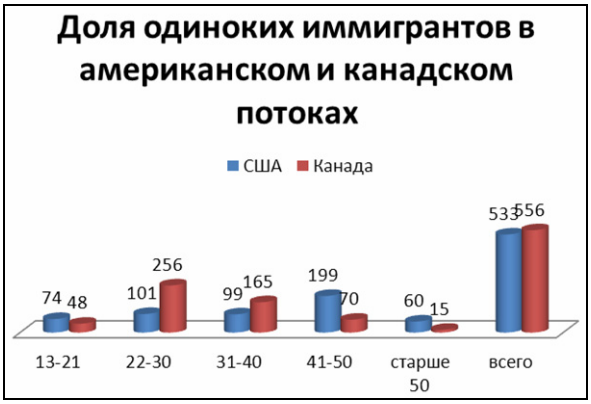
2.1



2.2



3.1

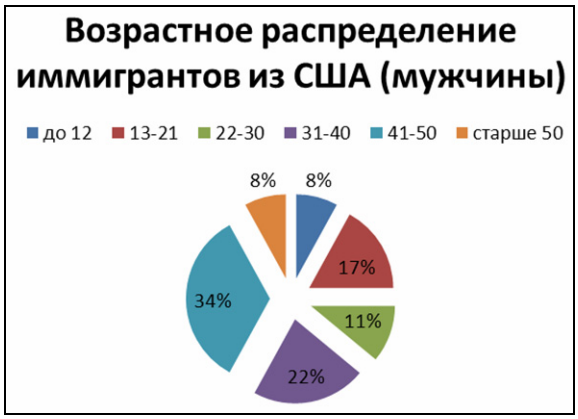


прибыли в Канаду позднее, чем в США, куда многие переехали еще в конце XIX в. С другой стороны, одинокие финны, приехавшие в Канаду в 1920-е гг., больше пострадали от Великой депрессии, а тот факт, что многие из них еще не успели обзавестись семьями и укорениться, позволял им легче принять решение о повторной иммиграции, на этот раз в Карелию.

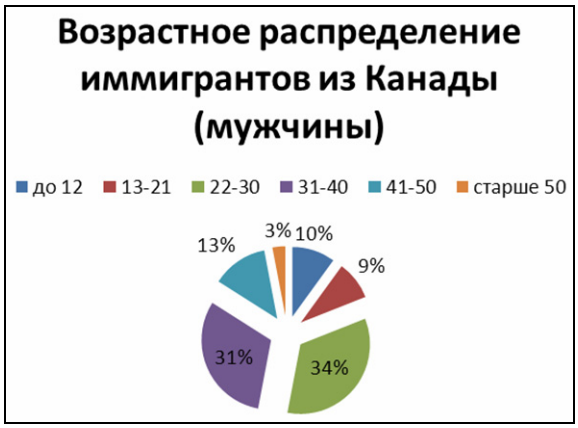
Далее, существенная разница есть в гендерной структуре американских и канадских переселенцев. Среди американцев женщины составляли 37 %, в то время как женщин, приехавших из Канады, было 28 %. Меньшее число канадских женщин можно вновь объяснить преобладанием не так сильно пострадавшей от экономического кризиса домашней работы среди финских женщин в Канаде, а также тем, что многие канадские лесорубы, приглашенные на работу в Карелию, приехали туда без семьи. Согласно моим подсчетам, 386 из 520 канадских лесорубов, или 74 %, были холостыми (см. график 6.2). С другой стороны, среди американских лесорубов только 203 из 574, или 35 %, не состояли в браке (см. график 6.1).

Возвращаясь к спорам о характере – идеологическом или экономическом – иммиграции в Карелию [Harpelle et al., 2004], я утверждаю, что нельзя рассматривать этих не состоящих в браке лесорубов в контексте «идеологического фанатизма». Исследуя Сегозерский и Тунгудский районы, И. Р. Такала обнаружила, что только 50 % и 15 % переселенцев, соответственно, обладали опытом работы в лесу, хотя у большинства из них в графе «профессия» было указано: лесоруб [Takala, 2007. P. 44]. Следовательно, эти иммигранты прибывали в Карелию на временное проживание, чтобы получить здесь любое рабочее место, потерянное во время Великой депрессии, вне зависимости от своей основной квалификации. Многие из них рассматривали Карелию с точки зрения перспективы трудоустройства. По сути дела, все, что искало большинство иммигрантов, – это обеспеченное и безопасное будущее.

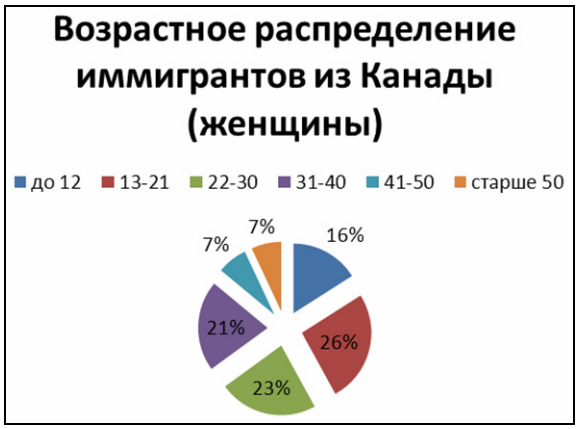
4.1



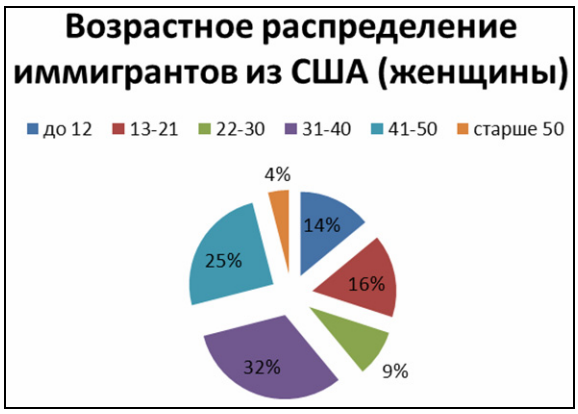
4.2



4.3



4.4



5.1



5.2



Таким образом, если из структуры иммиграционного потока в Карелию исключить те социальные группы, которые ехали по экономическим причинам, то останется около 170 одиноких переселенцев, или не более чем 10 % от всех канадских иммигрантов. Почти все они были мужчинами, приехавшими в Карелию без семьи, не являвшимися лесорубами по профессии. Лишь в отношении этой группы можно утверждать, что среди них идеологические причины иммиграции довлели над политическими. Такое численное соотношение (10 % и менее) характерно для радикальных элементов в структуре любого иммигрантского социума. Исследователи финской диаспоры в Северной Америке считают, что для нее также было типично это процентное соотношение. Большинство из них согласны с тем, что многие финны придерживались левых взглядов, но только 5–10 % были радикалами, вплоть до приверженности большевизму.

Следует сделать несколько замечаний о профессиональной структуре американцев и канадцев, а также местах их трудоустройства в Карелии. Важно отметить, что выборка, на которой основан данный анализ, проливает свет на занятия эмигрантов и место работы только непосредственно после их переезда в Карелию и регистрации в Переселенческом управ-

6.1



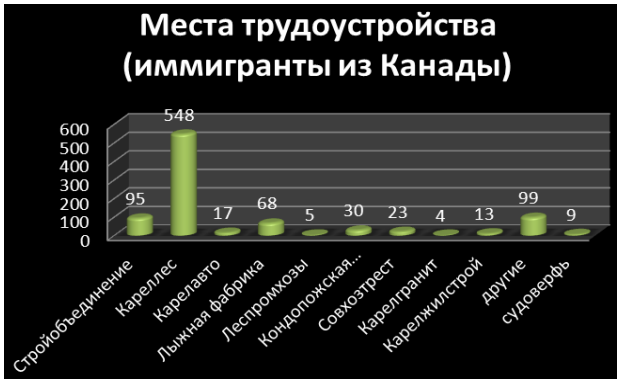
6.2



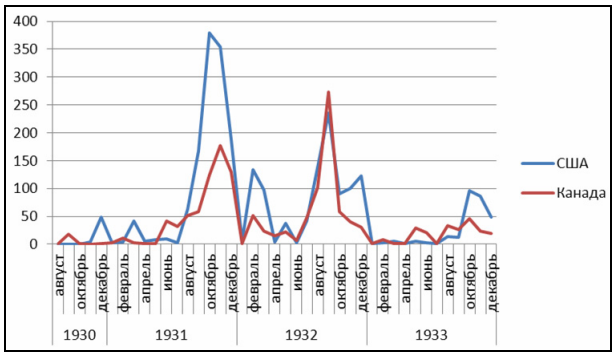
7.1



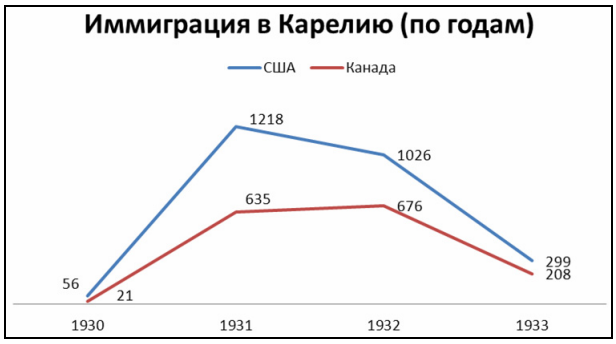
7.2



8.1



9.1

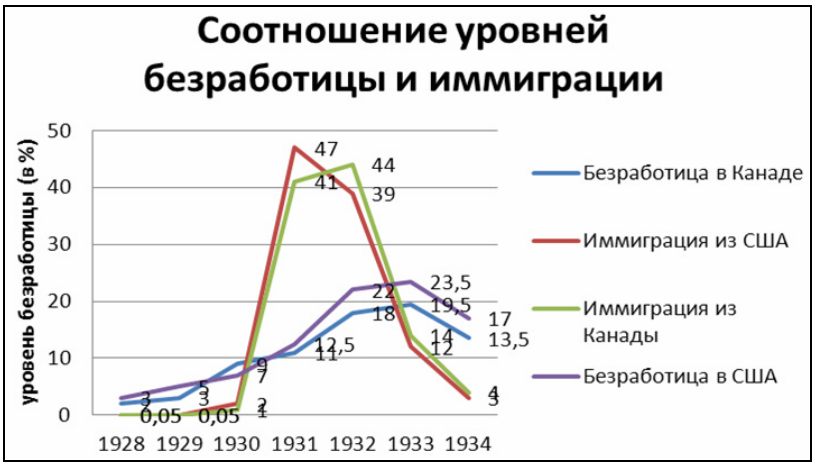


лении при СНК КАССР. Некоторые источники указывают на то, что североамериканские финны часто меняли места работы, так как они зачастую не соответствовали их профессии. Эта тенденция особенно усилилась во второй половине 1930-х гг. Русификация, сменившая финнизацию Карелии в 1935 г., последовавшая дискриминация финнов, репрессии 1937–1938 гг. и, наконец, депортация и эвакуация во время Великой Отечественной войны – все это способствовало непрерывному перемещению североамериканских финнов как в границах Карелии, так и в Советском Союзе в целом.

В профессиональном отношении среди североамериканских финнов наиболее часто встречались лесорубы (48 %), плотники (18 %), строители (8%), водители (5%) и пильщики (4%). Необходимо подчеркнуть, что эти данные относятся только к мужчинам. Женщины, как правило, регистрировались в соответствии с профессией и местом работы мужа. Их профессия и место работы указывались только в особых случаях. Официально зарегистрированную работу имели всего 38 женщин из США и 7 женщин из Канады.

В чем между канадскими и американскими иммигрантами не было различий, так это в распределении иммиграционного потока по времени. И те, и другие ехали в Карелию в одно время, соответствующие даты совпадали в точности до года, месяца, а иногда и дня. Это позво-

10.1



ляет окончательно опровергнуть тезис о том, что иммиграция в Карелию была политической «лихорадкой». На графике 10.1 видно, что массовое бегство из Канады и США совпадало с наивысшим ростом безработицы. В 1930 г., когда в Северной Америке ее уровень колебался от 7 до 12 % , только 77 финнов, или 2 % от выборки, предприняли трансатлантическое путешествие в «рай трудящихся». С другой стороны, когда к концу 1931 г. уровень безработицы поднялся до 18 % в Канаде и до 22 % в США, количество иммигрантов из обеих стран возросло до 1853 человек, что составило уже 45 % от выборки. В 1932 г., в худший год Великой депрессии, когда уровень безработицы в Северной Америке был предельно высок, массовое переселение продолжилось в соответствии с показателями 1931 г., хотя доля канадских рабочих незначительно увеличилась, а американских – уменьшилась. В целом в 1932 г. в Карелию прибыло 1702 североамериканских финна, или 41 % от выборки. В 1933 г. показатели безработицы стабилизировались и прекратили расти, и массовое бегство резко сократилось почти в четыре раза: лишь 507 североамериканских финнов (12 % от выборки) переселились в СССР.

Несмотря на влияние Великой депрессии, неожиданный подъем и спад «лихорадки» нельзя объяснить одними лишь экономическими факторами. Увеличение числа эмигрантов в 1931 и 1932 гг. и его последующее уменьшение отражали как изменения в иммиграционной политике руководства Карелии и Советского Союза, так и проблемы организационного характера, возникавшие у офисов «Карельской технической помощи» в Нью-Йорке и Торонто. Например, в феврале 1931 г. СНК СССР впервые одобрило запросы Гюллинга на прибытие двух тысяч лесорубов из Канады и США [Autio, 2002]. Три месяца спустя офисы КТП были открыты в Нью-Йорке и Торонто, чтобы способствовать комплектованию рабочих бригад. В сентябре того же года была утверждена дополнительная квота на въезд 785 американских строителей, механиков и рабочих других квалификаций [Takala, 2007. P. 40]. Весной 1932 г. руководство дало зеленый свет на переселение 250 рыболовов из Северной Америки [Takala, 2007. P. 40]. Эдвард Гюллинг, председатель карельского СНК, и Густав Ровио, руководитель Карельской парторганизации, – по сути дела, истинные виновники «карельской лихорадки» – все еще не были удовлетворены количеством переселенцев и продолжали давить на Кремль, чтобы добиться большего количества разрешений на въезд в страну.

Офисы «Карельской технической помощи» в США и Канаде, возглавляемые Матти Тенхунен и Юсси Латва, соответственно, отвечали за вербовку переселенцев, обеспечение их визами и организацию переезда в Карелию. Они открылись в мае 1931 г., и к концу августа в Карелию уже прибыла первая волна североамериканских финнов. Если принять во внимание, что путь из Нью-Йорка в Карелию длился от пяти до шести недель, к тому же немало времени требовалось на получение необходимых документов от СНК КАССР, то станет очевидным, что открытие офисов «Карельской технической помощи» стало одной из причин массового переселения в Карелию.

В августе 1931 г., через восемь недель после открытия «Карельской технической помощи», в Карелию прибыло более ста человек. В следующем месяце приток переселенцев резко подскочил до 226 человек, что составило 12 % от общего числа прибывших в 1931 г. В октябре и ноябре началась «лихорадка». Более тысячи переселенцев прошло через отделения «Карельской технической помощи», что составило 56 % от итоговых показателей 1931 г. и 26 % от всех тех, кто приехал с 1930 по 1933 г.

В течение нескольких месяцев показатели иммиграции продолжали колебаться, при этом высокое количество иммигрантов сохранялось в течение весны 1932 г. и снизилось лишь летом и осенью 1932 г. График 8.1 позволяет увидеть точки роста и стабилизации «лихорадки». Она началась осенью 1931 г. и продолжалась до конца 1932 г. В течение этих шестнадцати месяцев в Советский Союз прибыло 3376 североамериканских финнов. Следующая значительная и последняя большая волна переселенцев прибыла лишь в конце 1933 г., однако размер ее был значительно меньше, чем во время пика иммиграции в конце 1931 и в течение 1932 г.

Если поместить пиковый период «карельской лихорадки» в политический и экономический контекст как в Северной Америке, так и в Советском Союзе, то станет очевидным, что массовая иммиграция была вызвана, в первую очередь, директивами Карельского СНК и открытием отделений «Карельской технической помощи» в Северной Америке, а также самыми тяжелыми годами депрессии (1931–1932 гг.). Это, в частности, позволяет ответить на вопрос: если уровень безработицы в США и Канаде оставался высоким в 1933 и 1934 гг., то почему же все-таки уменьшилось количество эмигрантов? Здесь важно отметить, что среди многих североамериканских финнов сохранялось сильное желание уехать в Карелию. И. Р. Такала, например, пишет, что еще в сентябре 1935 г. свыше трех тысяч человек (2232 канадца и 971 американец) были готовы покинуть США и Канаду – и это за исключением тех, у кого не было денег на проезд, который руководство Карелии не имело возможности оплатить [Takala, 2007. P. 45]. Таким образом, уменьшение количества североамериканских финнов, переехавших в Карелию в 1933 и 1934 гг., больше связано со снижением активности отделений «Карельской технической помощи», а не каким-либо иным фактором. Высокий уровень безработицы все так же порождал среди финнов готовность отправиться в Карелию. Впрочем, были и другие факторы, снижавшие темпы иммиграции, например, негативная оценка условий жизни в Карелии в письмах, отправленных в Канаду и США. Однако решающим фактором в прекращении иммиграционного потока в Карелию были возражения со стороны ряда советских учреждений (особенно ОГПУ) против продолжения переселения американцев и канадцев в Карелию. К тому же в 1933 и 1934 гг. у иммигрантов было меньше денег, из которых можно было оплачивать переезд в Карелию и взносы в Машинный фонд – ключевой элемент всей иммиграционной схемы в Карелию. Это также не могло не оказать негативного воздействия на работу отделений «Карельской технической помощи» в Нью-Йорке и Торонто.

Данные наблюдения и особенно предварительные статистические данные, которые я привожу в конце статьи, как я надеюсь, помогут другим исследователям в их работе по изучению социальной и культурной истории «карельской лихорадки». Краткий анализ статистических данных, приведенных в моей выборке, позволяет сделать следующие выводы. Самым важным является необходимость показать различия между американскими и канадскими финнами, которые отправились в Карелию. Разница между североамериканскими соседями видна на примере половозрастных показателей и профессиональном составе этих групп переселенцев. Несомненно, она включает в себя социальные и, самое главное, культурные различия. Как следствие, представляется не совсем корректным изучение обеих групп переселенцев как единое целое, так как оно оставляет без внимания различный социальный, политический и культурный опыт финских иммигрантов в США и в Канаде.

Анализ статистических данных также показывает, что основные течения, которые лежали в основе «карельской лихорадки», были экономического (Великая депрессия), политического (решения советского и карельского руководства) и технократического (работа офисов «Карельской технической помощи») характера. «Карельская лихорадка» вспыхнула и пошла на убыль в соответствии с этими тремя историческими факторами. Это не отрицает наличия других побудительных факторов. Несомненное влияние оказали образ Карелии в финской культуре, попытки Э. Гюллинга и Г. Ровио финнизировать Карелию, стремление иммигрантов использовать шанс переселиться в более безопасную, как им казалось, экономическую среду и, наконец, левые политические взгляды эмигрантов, которые нередко принимали радикальный характер. Только совмещение этих факторов позволит поместить «карельскую лихорадку» в подходящий исторический контекст. Возможно, ее сравнительное изучение с переселением североамериканских финнов обратно в Финляндию в тот же период покажет, что «карельская лихорадка», в общем-то, не была таким исключительным иммиграционным феноменом, как обычно предполагается исследователями.

Перевод с английского языка
А. В. Голубева, Н. А. Изотовой

Литература

Ефремкин Е. Карельский проект или карельская лихорадка? // Уч. зап. Петрозаводского гос. ун-та. 2008. № 3 (95). С. 42–51.

Autio S. Soviet Karelian Forests in the Planned Economy of the Soviet Union, 1928–1937 // Rise and Fall of Soviet Karelia / Edited by Antti Laine and Mikko Yalikangas. Helsinki: Kikimora Publications, 2002. P. 70–90.

Harpelle R., Lindstrom V., Pogorelskin A. (ed.). Karelian Exodus: Finnish Communities in North America and Soviet Karelia During the Depression Era. Toronto: Aspasia Books, 2004.

Harris S. Nilo's Journey: Finnish American Migration to the Soviet Union in the 1930s. MA thesis defended at University of Minnesota (Duluth), 2000. 148 p.

Lindstrom V. Defiant Sisters: A Social History of Finnish Immigrant Women in Canada. Toronto: Multicultural History Society of Ontario, 1992. 205 p.

Lindstrom V. Canadian Finns and Ten Years of the Great Depression // North American Finns in Soviet Karelia in the 1930s: Academic Essays and Sources. Petrozavodsk: PetrGU, 2007. P. 83–104.

Sevander M. Red Exodus: Finnish American Emigration to Russia. Duluth: Oscat, 1993.

Takala I. North American Finns in pre-war Karelia // North American Finns in Soviet Karelia in the 1930s: Academic Essays and Sources. Petrozavodsk: PetrGU, 2007. P. 190–212.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Ефремкин Евгений
докторант Университета Йорк
M3J 1P3, Канада, Онтарио, Торонто, ул. Киль Стрит, 4700
эл. почта: efremkine@gmail.com
тел.: (1-416) 908-3899

Efremkin, Evgeny
PhD Candidate History, York University
4700 Keele Street, Toronto, Ontario, Canada, M3J 1P3
e-mail: efremkine@gmail.com
tel.: (1-416) 908-3899

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 106–113

УДК 947.8(470.22)+314.7.045

СПЕЦПЕРЕСЕЛЕНЦЫ – МАРГИНАЛЫ В СОЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ СОВЕТСКОГО ОБЩЕСТВА (НА МАТЕРИАЛАХ КАРЕЛИИ ПОСЛЕВОЕННОГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ)

Л. И. Вавулинская

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

На основе материалов местных архивов рассмотрено правовое и социально-бытовое положение спецпереселенцев – одной из маргинальных групп послевоенного советского общества. Отсутствие свободы передвижения спецпереселенцев препятствовало реализации ряда гражданских прав, дополнялось дискриминацией в оплате труда, медицинском и бытовом обслуживании, разрушало семейные связи.

Ключевые слова: спецпоселенцы (спецпереселенцы), маргиналы, репрессии, принудительный труд, административно-правовой режим.

L. I. Vavulinskaya. «SPECIAL» SETTLERS – IN THE MARGINS OF THE SOCIAL STRUCTURE OF THE SOVIET SOCIETY (KARELIA IN THE FIRST POST-WAR DECADE)

The legal and social-living status of «special» settlers – one of marginal groups of a post-war Soviet society is considered on the basis of materials from local archives. Deprivation of the freedom of movement did not let the forced migrants practise some of their civil rights, came along with discrimination in salaries, health care and consumer services, disconnected families.

Key words: «special» settlers, marginal group, repressions, forced labor, administrative-legal regime.

Изучение правового и социального положения маргинальных групп в СССР представляет собой интересную, недостаточно исследованную научную проблему, так как позволяет осветить жизнь людей, оказавшихся в силу тех или иных причин на обочине общества. В особенности это касается спецпереселенцев, которые в 1930–1950-е гг. составляли одну из самых многочисленных категорий принудительного труда в стране. В статье предпринята попытка обосновать положение о том, что спецпереселенцев послевоенного периода в полной мере можно отнести к маргинальным группам населения СССР.

Теория маргинальности как специфического культурного явления, возникающего в ситуации культурного перехода, была выдвинута в 1920-х гг. одним из основателей чикагской социологической школы Р. Э. Парком и развита Э. В. Стоунквистом. В европейской социологической литературе маргинальность трактуется значительно шире – как следствие социально-политических процессов – и употребляется в основном для обозначения социальных групп, не обладающих значимыми статусными позициями и находящихся вне установленной социальной структуры или на низших ее ступенях.

К числу наиболее крупных работ отечественных исследователей по этой проблеме относятся публикации Н. О. Навджавонова, М. И. Полякова, Е. Н. Старикова, Б. Н. Шапталова, А. И. Атояна, И. П. Поповой, З. Т. Голенковой, Е. Д. Игитханян, И. В. Казариновой, С. Л. Скорынина, Н. А. Фроловой и др. Разносторонние материалы по истории и современному состоянию концепции маргинальности, анализу маргинальных групп и их места в социальной политике государства содержит коллективная монография «Маргинальность в современной России» [2000], подготовленная по итогам работы межрегиональных научных семинаров.

Пришедший из социологии термин «маргинальность» был взят на вооружение историками. Ряд публикаций отечественных историков посвящен исследованию маргинальных групп и общностей в СССР в послереволюционный период, а также в 1920–1930-е гг. [Красильников, 1998, 2003; Лебина, 1999; Маргиналы в советском обществе..., 2001; Маргиналы в социуме..., 2004; Красильников и др., 2010 и др.]. Один из ведущих исследователей процесса раскрестьянивания России С. А. Красильников относит спецпереселенцев к числу самых массовых маргинальных групп в 1930-е гг., обосновывая это положение конкретным анализом прав и ограничений данной категории репрессированных. Автор приходит к выводу, что вытесненные «за грани формально правового советского общества», «спецпереселенцы насильственным путем были переструктурированы, превращены в универсальную рабочую силу для нужд сталинской („социалистической“) модернизации» [Красильников, 2003. С. 18].

В 2000-е гг. появились специальные исследования, освещающие проблемы маргинальных групп в 1930-х – середине 1950-х гг. Наиболее активно эти вопросы разрабатываются сибирскими историками [Маргиналы в советском обществе..., 2006, 2007; Маргиналы в советском социуме..., 2010]. В их публикациях рассматриваются процессы маргинализации ряда социальных, национальных и конфессиональных групп советского социума в контексте советской внутренней политики в 1930–1950-е гг., анализируются изменения в численности, составе и использовании трудового потенциала различных маргинальных групп советского общества, в том числе спецпоселенцев.

В статье Е. Ю. Зубковой [2009] основное внимание сконцентрировано на социальной периферии советского общества – группах населения, находившихся на низшей ступени социальной иерархии – алкоголиков, нищих, беспризорных детей, бродяг, уголовников (социальных маргиналов). Что касается спецпоселенцев, репатриантов, бывших заключенных, то автор относит их к группам риска – категориям населения, которые по своему нормативному статусу или реальному положению приближались к маргиналам [Зубкова, 2009. С. 103]. В статье нашли отражение вопросы правового положения спецпоселенцев-«указников» – крестьян, выселенных за невыполнение обязательного минимума трудодней и попавших под определение «антиобщественных элементов».

Большим событием стал выход в свет сборника документов «На „краю“ советского общества. Социальные маргиналы как объект государственной политики. 1945–1960-е» [2010], подготовленного Е. Ю. Зубковой и Т. Ю. Жуковой. Документы освещают государственную политику по отношению к обитателям социального «дна» послевоенного общества, а также представителям «группы риска», которые по разным причинам могли оказаться на обочине жизни.

В рамках изучения отдельных маргинальных групп послевоенного периода следует отметить работы историков, посвященные спецпереселенцам, в том числе депортированным народам (В. Земсков, Н. Бугай, П. Полян, А. Шадт, В. Бердинских, И. Бердинских, Л. Бургарт, Н. Игнатова, Л. Белковец, Е. Зберовская и др.), репатриированным (В. Земсков, Е. Вертилецкая, Ю. Арзамаскин и др.), в целом спецконтингенту (А. Суслов, Е. Боркова, Р. Бикметов и др.).

Несмотря на разные подходы к определению понятия маргинальности, общим является признание большинством авторов окраинного, изолированного положения маргинальных групп в социальной структуре: «Маргинальность в ее типичной форме – это утрата объективной принадлежности к тому или иному классу, сословию, группе без последующего вхождения в другую подобную общность. Главным признаком маргинальности служит разрыв связей (социальных, культурных, поселенческих) с прежней средой. Постепенно значение термина „маргинальность“ стало расширяться и ныне оно служит для обозначения пограничности, периферийности или промежуточности по отношению к любым социальным общностям» [Красильников, 1998. С. 4].

Именно в этом качестве нас интересует концепция маргинальности, позволяющая придать целостность определенному ракурсу и способствующая более глубокому пониманию репрессивной политики сталинского

режима. В статье на материалах Карелии рассматривается положение двух групп спецпереселенцев (спецпоселенцев) послевоенного времени, состоявших преимущественно из репрессированных крестьян – «бывших кулаков» и «указников».

К началу Великой Отечественной войны на территории Карело-Финской ССР было расселено почти 30 тыс. трудпоселенцев (до 1934 г. отправленные в «кулацкую ссылку» крестьяне назывались спецпереселенцами, в 1933–1944 гг. – трудпоселенцами, с марта 1944 г. – снова спецпереселенцами (спецпоселенцами), с 1949 г. – спецпоселенцами контингента «бывшие кулаки» [Земсков, 2003. С. 18; Красильников, 2003. С. 14]), «бывших кулаков», выселенных с Урала, Центрально-Черноземной области, Поволжья, Украины. В 1941–1942 гг. в связи с военными действиями на территории республики большая часть трудпоселенцев (свыше 25 тыс. человек) была эвакуирована в тыловые области СССР. После окончания войны в республику вернулась лишь часть репрессированных. На 1 января 1945 г. на учете НКВД КФССР состояло 3686 спецпереселенцев – «бывших кулаков», из них 840 детей, 1351 женщина, 1495 мужчин [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 369, л. 177, 179].

Особенностью послевоенного спецпоселения в республике являлось то, что спецпереселенцы размещались не в спецпоселках (поселках закрытого типа с жестким режимом содержания под контролем коменданта), как до войны, а небольшими группами среди местного населения. По-видимому, это объяснялось тем, что контингент «бывших кулаков» уже не был столь многочисленным, за время пребывания в Карелии они в большинстве своем обзавелись семьями и хозяйством, а в годы Великой Отечественной войны активно участвовали в общем деле разгрома врага.

Охрана спецпереселенцев в местах поселения не предусматривалась, но для надзора за ними были организованы спецкомендатуры (в августе 1944 г. их в республике было 7). В ведении спецкомендатур находились все основные вопросы жизни спецпереселенцев: соблюдение установленного режима в местах их расселения; содействие хозяйственному и трудовому устройству; посемейный и персональный учет переселенцев и т. д. [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 110, л. 56–59]. Администрации предприятий, где работали спецпереселенцы, не позволялось допускать их переброс на другие объекты, направления в командировки, отпуска, на лечение и т. д. без ведома комендатуры. Каждый спецпереселенец обязан был ежемесячно являться в комендатуру на регистрацию.

К середине 1940-х гг. были отменены некоторые ограничения прав спецпереселенцев: в декабре 1935 г. их детям было разрешено на общих основаниях поступать в специальные среднетехнические и высшие учебные заведения; по постановлению секретариата ВЦСПС от 27 июля 1936 г. на трудпоселенцев, работавших на основании договоров между хозорганами и НКВД, распространялось законодательство о труде и социальном страховании; в соответствии с директивой НКВД от 8 января 1939 г. администрация обязана была на всех трудпоселенцев, работавших в хозорганизациях, заводить трудовые книжки, не делая в них отметок «трудпоселенец» и т. д. [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 110, л. 25, 26, 27].

Однако вплоть до начала 1945 г. отсутствовала официальная правовая база, определявшая положение спецпереселенцев. 8 января 1945 г. было принято постановление СНК СССР «О правовом положении спецпереселенцев». Постановление определяло, что спецпереселенцы пользуются всеми правами граждан СССР, за исключением ряда ограничений. Спецпереселенцы не имели права без разрешения коменданта отлучаться за пределы района расселения, обслуживаемого данной спецкомендатурой. Самовольная отлучка рассматривалась как побег и влекла за собой ответственность в уголовном порядке. Спецпереселенцы, главы семей, или лица, их заменяющие, обязаны были в трехдневный срок сообщать в спецкомендатуру НКВД обо всех изменениях, происшедших в составе семьи (рождение ребенка, смерть члена семьи, побег и т. п.). За нарушения режима и общественного порядка в местах поселения спецпереселенцы подвергались административному взысканию в виде штрафа до 100 руб. или ареста до 5 суток [Сборник..., 1999. С. 380–381].

Таким образом, в законодательном порядке сохранялось основное ограничение для спецпереселенцев – отсутствие свободы передвижения. Оно влекло за собой ущемление других конституционных прав и свобод: на образование, получение медицинской помощи и т. д.

Жизнь спецпереселенцев строго регламентировалась не только законодательными актами и правительственными постановлениями, но и подзаконными актами – директивами, циркулярами, приказами НКВД и частично Прокуратуры СССР. Поэтому, как справедливо отмечает С. Красильников, правильнее анализировать не «правовое положение» спецпереселенцев, а режимное, дискриминационно-

ограничительное пространство, в котором они пребывали на спецпоселении и внутри которого «права» на деле являлись смягчением либо отменой ранее введенных ограничений или дискриминаций [Красильников, 2003. С. 134].

Так, с 1 сентября 1944 г. было прекращено 5%-е удержание с заработной платы спецпереселенцев на расходы НКВД по их управлению и обслуживанию. В апреле 1947 г. установлен особый порядок регистрации актов гражданского состояния и документирования населения трудовых и специальных поселков. Вместо гербового свидетельства им выдавалась целевая справка на простой бумаге (решением НКВД 1940 г. при регистрации брака, развода, рождения и смерти свидетельства об этих актах трудпоселенцам на руки не выдавались). Что касается права избирать в руководящие органы власти, то Конституция СССР 1936 г. объявила трудпоселенцев полноправными гражданами, однако их участие в выборах было своеобразным. При выдаче избирательных бюллетеней у них отбирались выданные взамен паспортов справки [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп.1, д. 180, л. 156].

Трагедия спецпереселенцев была в том, что формально они не считались репрессированными и не лишались свободы, но фактически являлись таковыми [Красильников, 2003. С. 118], что делало произвол на местах распространенным явлением. Имели место факты, когда органы НКВД по постановлениям местных советских органов проводили мобилизацию спецпереселенцев на работу в промышленные предприятия, стройки и городские организации. В результате семьи спецпереселенцев теряли приусадебные участки, засеянные огороды и попадали в тяжелое положение.

Проверка применения на местах постановления СНК СССР от 8 января 1945 г. «О правовом положении спецпереселенцев» выявила многочисленные факты нарушения установленного порядка привлечения их к административной ответственности. Некоторые работники спецкомендатур с санкции начальников РО МВД допускали превышение своих полномочий, подвергая спецпереселенцев штрафам и арестам за оскорбление должностных лиц, за отказ от работы и т. п. Отмечались даже случаи, когда в качестве меры наказания при нарушении установленного режима применялся перевод спецпоселенцев из лучших в худшие бытовые условия (Беломорск) [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 367, л. 64–65].

Хотя формально спецпереселенцы по условиям работы, оплате труда и нормам выработки приравнивались к остальным рабочим данной отрасли промышленности, их место работы и должность определяли органы НКВД и хозяйственные органы. Из общего числа трудоспособных спецпереселенцев – «бывших кулаков» (2619 человек) в 4-м квартале 1946 г. в сельскохозяйственных предприятиях работали менее 20 %. Наибольшая часть «бывших кулаков» была занята на предприятиях Министерства речного флота (37 %), лесной промышленности (16 %), Министерства промышленности строительных материалов (15 %) и др. [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 274, л. 28].

В условиях острой нехватки кадров в послевоенные годы некоторые спецпереселенцы – «бывшие кулаки», имевшие ранее или получившие уже на спецпоселении квалификацию и специальность, были выдвинуты на руководящие должности. Так, по сведениям Летнереченской спецкомендатуры, в январе 1945 г. около 50 спецпоселенцев работали на руководящих должностях. В совхозе № 1 Пудожского района руководящие посты, за исключением директора предприятия, который являлся вольнонаемным, занимали бывшие кулаки [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 126, л. 6; д. 156, л. 3]. В отчетах о работе Отделения спецпоселений (ОСП) МВД КФССР отмечались добросовестное отношение большинства спецпоселенцев к труду, систематическое перевыполнение ими норм выработки. Признавая этот факт, необходимо учитывать, что в условиях тяжелого материального положения и жизни на спецпоселении перевыполнение производственных норм давало возможность получения дополнительных средств или определенных преимуществ для содержания семей «бывших кулаков».

В то же время не все спецпереселенцы смогли адаптироваться к новым условиям жизни. Для многих из них была характерна утрата перспективы, безразличие и усталость. Сохранение спецпоселений после победы СССР в войне вызвало разочарование в несбывшихся надеждах людей на освобождение, прямое недовольство советской властью: «Немецких солдат домой отпускать скоро будут, а нас, спецпереселенцев, никуда не пускают, надоела такая жизнь, сам себе не хозяин, не живешь, а мучаешься…»; «Спецпереселенцы, якобы, пользуются всеми правами граждан СССР, а на самом деле живут хуже, чем заключенные. Заключенные хоть знают свой срок наказания, а мы не знаем и не дают нам права выезда даже в отпуск»; «Тяжелая жизнь, живем как невольники, лишены всяких прав. Жаль и детей, которые содержатся и воспитываются в детских садах и яслях, так что они ничего хорошего не

видят. И после всего этого говорят о счастливой жизни в стране» [АМВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 276, л. 44, 106, 118].

Активной формой протеста против такого положения являлись побеги спецпереселенцев – «бывших кулаков». Только в 4-м квартале 1946 г. за побеги было привлечено к уголовной ответственности 323 человека и к административной ответственности – 64 человека [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 274, л. 18].

На основании постановления Совета Министров СССР от 7 мая 1947 г. и приказа МВД СССР от 16 мая 1947 г. спецпереселенцы – «бывшие кулаки», расселенные на территории КФССР (3788 человек), были освобождены из спецпоселений [Земсков, 2003. С. 146, 148], однако снятие с учета спецпоселения не давало реальной свободы, и предприятия, хозяйственные организации могли на вполне «законных» основаниях не отпускать работников. Освобождение спецпереселенцев от работы допускалось только по инвалидности или в случае выезда на соединение с семьей лиц, не имевших средств существования. Остальные спецпереселенцы могли увольняться с работы только на общих основаниях со всеми гражданами и несли равную ответственность за самовольный уход с работы [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 186, л. 8].

По имевшимся в МГБ КФССР данным, почти все «бывшие кулаки» остались в республике. Они получили паспорта без ограничений на общих основаниях. Государство, таким образом, избавлялось от расходов по управлению спецпоселенцами, не теряя при этом рабочую силу.

В 1948 г. на спецпоселении в республике появился новый контингент – крестьяне-«указники» (под эту категорию, как правило, попадали колхозники, не выработавшие обязательного минимума трудодней). «Указники» выселялись на 8 лет на основании постановления Совета Министров СССР от 21 февраля 1948 г. «О выселении из Украинской ССР лиц, злостно уклоняющихся от трудовой деятельности в сельском хозяйстве и ведущих антиобщественный паразитический образ жизни» и Указа Президиума Верховного Совета СССР от 2 июня 1948 г. «О выселении в отдаленные районы страны лиц, злостно уклоняющихся от трудовой деятельности в сельском хозяйстве и ведущих антиобщественный паразитический образ жизни».

На 1 декабря 1948 г. на спецпоселении в Карело-Финской ССР содержалось 1396 «указников», выселенных из Украинской ССР. Они были расселены в 23 населенных пунктах республики мелкими группами от 20 до 30 человек [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 316, л. 213]. В связи с прибытием нового контингента спецпоселенцев число спецкомендатур в республике к декабрю 1948 г. увеличилось до 16, в штаты РО МВД дополнительно введены 18 надзирателей из расчета на каждые 100–200 спецпоселенцев 1 надзиратель [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 344, л. 166–172].

Для «указников», в отличие от «бывших кулаков», статус спецпоселенца не был наследственным. Дети, родившиеся в их семьях, считались свободными людьми с момента рождения. Родные и близкие, добровольно прибывшие в места высылки для совместного проживания с «указниками», на учет спецпоселений не ставились. Например, в ноябре 1949 г. в Карело-Финской ССР вместе с 1309 спецпоселенцами-«указниками» проживали 340 свободных людей, из них 222 – дети [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 12. д. 68, л. 278].

Как свидетельствуют архивные документы, во время кампании по выселению из Украины так называемых «указников» наблюдались многочисленные случаи избавления колхозов от инвалидов, людей с хроническими заболеваниями, матерей, имевших малолетних детей и в силу этого не выполнивших обязательного минимума трудодней, а также лиц, работавших на производстве и даже не состоявших членами колхоза. К декабрю 1948 г. 228 «указников» – инвалидов 3-й группы и лиц с физическими недостатками, не способных работать в лесной промышленности, были расселены в совхозы Питкярантского, Олонецкого и Пудожского районов, 7 человек определены в дома инвалидов [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 314, л. 75].

После рассмотрения жалоб «указников» областными советами депутатов трудящихся Украины часть решений об их выселении была отменена, и они возвращены на родину. К декабрю 1949 г. по решениям исполкомов областных советов Украины было освобождено и возвращено из Карелии к прежним местам жительства 52 «указника» [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 322, л. 279; д. 412, л. 90].

С конца 1940-х гг. первостепенное внимание в работе спецкомендатур все больше концентрируется на осуществлении функций укрепления режима спецпоселений. «Конечно, работа по трудоустройству, созданию надлежащих условий быта имеет важное значение, но это все-таки второстепенная задача, – подчеркивалось в выступлении министра внутренних дел КФССР на совещании руководящих работников МВД республики и начальников РО МВД 7–8 декабря 1948 г. – Первой является надзор, режим, недопущение побегов…» [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 361, л. 50, 52].

В январе 1949 г. при МВД КФССР организуется оперативно-розыскной отряд в количестве 100 человек. В местах наиболее вероятного движения беглецов («указников», «власовцев», «немцев») оборудован 21 заградительный пост. В населенных пунктах республики и на разъездах Кировской железной дороги к осени 1949 г. созданы 82 группы содействия спецкомендатурам в количестве 553 человек из числа советского, колхозного, партийного и комсомольского актива [АИЦ МВД РК, ф. 3. оп. 1, д. 369, л. 12]. В местах расселения спецпоселенцев комендантами были назначены старшие бараков, общежитий и десятидворок, на которых возложена задача осуществлять установленный внутренний распорядок и своевременно информировать органы надзора о случаях передвижения и побегов спецпереселенцев, об изменениях в их семьях, обеспечивать своевременную явку спецпоселенцев на регистрацию. Среди спецпоселенцев была установлена групповая порука (по десяткам).

В январе 1950 г. 65 % «указников» работали на предприятиях Министерства лесной и целлюлозно-бумажной промышленности, 21 % – на предприятиях Министерства промышленности строительных материалов и лишь 13 % – в совхозах [подсчитано по: ф. 3, оп. 1, д. 322, л. 304–305]. Выселенные из колхозов крестьяне, среди которых было немало инвалидов и пожилых людей, не имели навыков работы в лесу, что вызывало существенные трудности в адаптации этой категории спецпоселенцев к труду.

Нередко отмечались случаи, когда администрация предприятий самовольно поднимала нормы или снижала расценки, задерживала заработную плату. До многих рабочих нормы и расценки не доводились, не выдавались наряды на работы и расчетные книжки, поэтому отдельные спецпоселенцы не знали сумму своего заработка, получая зарплату мелкими авансами. Имели место и случаи злоупотребления служебным положением со стороны администрации предприятий. Так, в ходе проверки трудоустройства и жилищно-бытовых условий «указников», проведенной в 1949 г. Министерством внутренних дел и Министерством лесной промышленности КФССР в Верхне-Выгском и Чупинском леспромхозах, были выявлены факты вымогательства денег у спецпоселенцев, а также грубого обращения с рабочими вплоть до применения физических мер воздействия со стороны мастера Валдайского лесопункта Верхне-Выгского леспромхоза. Мастер лесопункта был снят с работы и привлечен к уголовной ответственности. На том же лесопункте многодетная семья одного из спецпоселенцев, состоявшая из четырех взрослых и четырех малолетних детей, в течение пяти дней питалась только ягодами и грибами, не имея возможности покупать даже хлеб, в то время, когда главе семьи за июль 1949 г. причиталась зарплата в сумме 790 руб. [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 344, л. 225, 227].

Одной из самых острых проблем для спецпоселенцев являлась недоступность квалифицированного медицинского обслуживания, в связи с тем что реализация их права на охрану здоровья ограничивалась запретом самовольных выездов спецпоселенцев из мест обязательного поселения. В начале 1945 г. были ужесточены меры против спецпоселенцев, которые, ссылаясь на болезнь, не выходили на работу. В случае отсутствия справок от врача к ним применялось административное воздействие [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 172, л. 81–82]. Имели место и случаи прямого самоуправства со стороны администрации предприятий. Так, начальник лесоучастка Амбарная Чупинского леспромхоза в июне 1949 г. вытолкнул из лодки направлявшуюся в больницу спецпоселенку, при этом заявив ей: «Подохни тут». Начальник лесоучастка был снят с работы [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 344, л. 225].

В связи с тем что во многих населенных пунктах не было врачей-специалистов, заболевшие спецпоселенцы направлялись для лечения в г. Петрозаводск в сопровождении надзирателей, которым выписывались командировочные. Однако районные отделения МВД получали на расходы по командировкам небольшие суммы, и вследствие этого вынуждены были придерживать направление больных спецпоселенцев в Петрозаводск или просили разрешить их отправку на лечение без сопровождающего, что применялось крайне редко из-за опасности побегов.

2 марта 1950 г. начальникам РО МВД была направлена директива министра внутренних дел КФССР, в которой говорилось: «За последнее время… участились случаи направления из районов в г. Петрозаводск без разрешения МВД республики спецпоселенцев в лечебные учреждения и на консультации к врачам-специалистам. Еще раз предлагаю: прекратить направление в г. Петрозаводск и другие города республики спецпоселенцев на лечение без официального на то разрешения МВД КФССР. Разрешаю направлять с последующей письменной санкцией только тех спецпоселенцев, которым требуется неотложная медицинская помощь в экстренных случаях… Предупреждаю, что впредь (в случае) направления спец-

поселенцев в г. Петрозаводск без разрешения МВД республики на виновных лиц буду налагать взыскания» [АИЦ МВД РК, ф. 3. оп. 1, д. 367, л. 8].

Некоторые спецпоселенцы до выселения получали пенсии как инвалиды Великой Отечественной войны или инвалиды труда. Оказавшись на спецпоселении, они лишились пенсий, так как органы социального обеспечения им в этом отказывали. Не имевшие паспортов спецпоселенцы не могли быть членами профсоюзов и поэтому были лишены ряда социальных льгот.

Одним из самых серьезных нарушений прав спецпоселенцев являлось разъединение их семей, оказавшихся в разных областях и республиках. В начале 1945 г. в Карелии было выявлено 196 разрозненных в годы войны семей спецпереселенцев – «бывших кулаков», и при проведении переучета соединено с семьями 76 человек [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 182, л. 1]. В том же году в Карело-Финскую ССР на воссоединение с главами семей прибыли 72 человека из Коми АССР [Доброноженко, Шабалова]. От спецпоселенцев в разные инстанции поступали заявления с просьбами позволить им выехать к своим родным и близким. 8 марта 1948 г. вышла директива МВД СССР № 33 о соединении разрозненных семей спецпоселенцев, предписывающая местным органам МВД оказывать содействие спецпоселенцам, желающим выехать к своим семьям в места спецпоселений других областей, краев и республик. Эта мера призвана была способствовать прочности оседания людей в местах высылки [Земсков, 2003. С. 158]. Несмотря на указания МВД СССР, отдельные РО МВД под всякими предлогами препятствовали выезду специалистов-спецпоселенцев к своим семьям в другие края, области и республики. Вынужденная разлука привела к распаду некоторых семей, так и не дождавшихся возвращения своих родных из спецпоселения. Многие спецпоселенцы обзавелись семьями в Карелии, где и остались после своего освобождения.

Еще более трагическая ситуация складывалась, когда у спецпоселенцев на родине оставались дети или престарелые родители. Так, в 1945 г. Отдел спецпоселений НКВД КФССР разрешил спецпереселенке Л., которая вместе с мужем находилась на спецпоселении в г. Беломорске, поездку на родину, в Киевскую область, за тремя детьми, 10, 14 и 16 лет, которые находились без надзора [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 150, л. 81].

Под строгим контролем спецкомендатур находились все изменения, происходившие в составе семей спецпереселенцев, о которых они обязаны были в трехдневный срок сообщить в спецкомендатуру МВД. В сентябре 1945 г. был подвергнут аресту на трое суток один из спецпоселенцев – «бывших кулаков», работавший на шлюзе Беломорско-Балтийского канала, за то, что, будучи главой семьи, не сообщил в комендатуру о рождении ребенка в августе месяце [АИЦ МВД РК, ф. 3, оп. 1, д. 149, л. 153].

Ущемление прав испытывали не только непосредственные жертвы репрессий, но и их дети и родственники. В МВД КФССР от членов семей, прибывших с «указниками», поступали заявления и жалобы о том, что коменданты спецкомендатур чинили им препятствия в устройстве на работу по их усмотрению и специальности, запрещали выезд в районные центры по личным делам и грубо относились к ним. Жизненный опыт «отцов», оказавшихся изгоями в своем обществе, утрачивал ценность в глазах «детей», которые не могли обрести достойное место в основных социальных сферах.

Постановление бюро ЦК КП КФССР 30 июля 1955 г. признало, что «в районах, где проживают спецпоселенцы, имеются факты, когда партийные, советские, профсоюзные, комсомольские органы и руководители предприятий не учитывают того, что спецпоселенцы пользуются всеми правами граждан СССР с некоторыми лишь ограничениями в правах передвижения и допускают к ним неправильное отношение, зачастую огульно и необоснованно выражают политическое недоверие… Трудящиеся из числа спецпоселенцев часто не допускаются к выборной работе в местных советах, профсоюзных и комсомольских органах, в колхозных и кооперативных организациях. Новаторы производства и передовики сельского хозяйства из числа спецпоселенцев, как правило, не представляются к наградам и поощрениям за достигнутые ими высокие показатели в производственной работе..» [НА РК, ф. П-8, оп. 1, д. 6282, л. 11–12].

В 1955–1956 гг. основная масса спецпоселенцев всех категорий была освобождена, что свидетельствовало о глубоком кризисе спецпоселенческой системы.

Таким образом, в послевоенные годы спецпереселенцы являлись одной из массовых маргинальных групп советского общества. Спецпоселение обернулось для них изменением прежнего социального статуса, утратой привычной сферы деятельности и социокультурной среды, системы ценностных ориентаций, разрывом семейных связей. Формально спецпереселенцы пользовались всеми правами граждан СССР, однако отсутствие свободы

передвижения и невозможность выбора места работы, ограниченность доступа к медицинским услугам и получению высшего образования, лишение ряда социальных льгот ставили их в особое, маргинальное положение в социальной структуре послевоенного советского общества.

Литература и источники

Архив Информационного центра при МВД по РК (в тексте – АИЦ МВД РК).

Доброноженко Г., Шабалова Л. Спецпоселенцы в Коми АССР: 1945–1950 гг. (Статистико-географический аспект). URL: http://socnet.narod.ru/Rubez/ 10-11/ dobronozh.htm.

Земсков В. Н. Спецпоселенцы в СССР, 1930–1960. М.: Наука, 2003. 306 с.

Зубкова Е. Ю. На «краю» советского общества. Маргинальные группы населения и государственная политика. 1940–1960-е годы // Российская история. 2009. № 5. С. 101–118.

Красильников С. А. На изломах социальной структуры. Маргиналы в послереволюционном российском обществе (1917 – конец 1930-х годов). Новосибирск: НГУ, 1998. 91 с.

Красильников С. А. Серп и Молох. Крестьянская ссылка в Западной Сибири в 1930-е годы. М.: РОССПЭН, 2003. 288 с.

Красильников С. А., Саламатова М. С., Ушакова С. Н. Корни или щепки. Крестьянская семья на спецпоселении в Западной Сибири (1930-е – начало 1950-х гг.). Изд. 2. М.: РОССПЭН, Фонд Первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2010. 360 с.

Лебина Н. Б. Повседневная жизнь советского города: нормы и аномалии. 1920–1930 годы. СПб.: Журн. «Нева», 1999. 320 с.

Маргинальность // Социологический словарь (Отв. ред. Г. В. Осипов, Л. Н. Москвичев). М.: Норма; Инфра-М, 2010. С. 227–228.

Маргинальность в современной России. М.: Моск. общ. науч. фонд, 2000. 207 с.

Маргиналы в советском обществе 1920–1930-х годов: историография, источники: Сб. науч. тр. Новосибирск: Ин-т истории СО РАН, 2001. 135 с.

Маргиналы в советском обществе: механизмы и практика статусного регулирования в 1930–1950-е годы. Новосибирск: НГУ, 2006. 210 с.

Маргиналы в советском обществе: институциональные и структурные характеристики в 1930–1950-е гг. Новосибирск: НГУ, 2007. 196 с.

Маргиналы в советском социуме, 1930-е – середина 1950-х гг. Изд. 2-е, расш. и доп. Новосибирск: Институт истории СО РАН, 2010. 448 с.

Маргиналы в социуме: Маргиналы как социум: Сибирь (1920–1930-е годы). Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004. 456 с.

На «краю» советского общества. Социальные маргиналы как объект государственной политики. 1945–1960-е / Сост.: Е. Ю. Зубкова, Т. Ю. Жукова. М.: РОССПЭН. 2010. 816 с.

Национальный архив Республики Карелия (в тексте – НА РК).

Сборник законодательных и нормативных актов о репрессиях и реабилитации жертв политических репрессий. В 2 ч. Ч. 1. Курск: ГУИППМ, 1993. 510 с.

Сергеева О. А. Роль этнокультурной и социокультурной маргинальности в трансформации цивилизационных систем // Общественные науки и современность. 2002. № 5. С. 104–114.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Вавулинская Людмила Ивановна
старший научный сотрудник, к. и. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ludvav@mail.ru
тел.: (8142) 575281

Vavulinskaya, Lyudmila
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ludvav@mail.ru
tel.: (8142) 57528

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 114–123

УДК 316.442

«РУССКИЙ МЕДВЕДЬ» КАК СИМВОЛИЧЕСКИЙ ПОГРАНИЧНИК

О. В. Рябов, М. А. Константинова

Ивановский государственный университет

Статья посвящена анализу образа «русского медведя» как символического пограничника, отделяющего Россию от Запада. Авторы интерпретируют проведение символических границ как средство поддержания коллективной идентичности и способ установления властных отношений. Исследуются свойства и функции «русского медведя», его роль в проведении внешних и внутренних символических границ России.

Ключевые слова: образ России как медведя, социальные границы, символические границы, символические пограничники, национальная идентичность, легитимация власти.

O. V. Ryabov, M. A. Konstantinova. «RUSSIAN BEAR» AS A SYMBOLIC BORDER GUARD

The article is devoted to the image of the Russian bear as a symbolic border guard which contributes to drawing symbolic boundaries between Russia and the West. The authors treat drawing of symbolic boundaries as a way to support collective identity and to establish power relations. They analyse traits and functions of the 'Russian bear' and its role in establishing internal and external symbolic boundaries of Russia.

Key words: image of Russia as a bear, social boundaries, symbolic boundaries, symbolic border guards, national identity, legitimating power.

В 1969 г., задолго до появления Шенгенской зоны, герой поэмы «Москва – Петушки» представил различия России и Европы следующим образом:

«Граница нужна для того, чтобы не перепутать нации. У нас, например, стоит пограничник и твердо знает, что граница эта – не фикция и не эмблема, потому что по одну сторону границы говорят на русском и больше пьют, а по другую – меньше пьют и говорят на нерусском...

А там?

Какие там могут быть границы, если все одинаково пьют и говорят не по-русски!» [Ерофеев, 1995. С. 100].

В этих словах Венечки выражена сущность социальной границы как таковой. Во-первых, она объединяет одних, противопоставляя их другим; другие при этом гомогенизируются, превращаясь в унифицированных Чужих. Во-вторых, граница социальная поддерживается границей символической, которая создается при помощи своеобразных символических пограничников. В-третьих, эти пограничники произвольны: в качестве таковых могут быть использованы и язык, и количество выпитого – хотя эта произвольность также имеет свои границы.

Одним из заметных символических пограничников, исключающих Россию из Запада, является образ «русского медведя», и цель нашей статьи заключается в исследовании его роли в производстве этого исключения. Внача-

ле мы уточним методологию исследования границ, а затем остановимся на вопросе о том, как данный образ используется в проведении внешних и внутренних символических границ как на Западе, так и в России.

Символические границы: природа и функции

Онтологический статус границы определяется, прежде всего, тем, что бытие дискретно, т. е. состоит из частей, качественно отграниченных друг от друга. В философской традиции понятие границы впервые можно встретить в учении Филолая, представителя пифагорейской школы, который среди начал всего сущего выделил предел и беспредельное [см.: Бахтызин, 2004. С. 14]. Граница, по Филолаю, является единством предела и беспредельного, которое, разделяя и измеряя все сущее, упорядочивает и оформляет космос [Еремеев, 1993; Бахтызин, 2004].

Аристотеля граница интересует не в качестве трансцендентного начала, а как важнейшая характеристика отдельного: «Пределом называется граница каждой вещи, то есть то первое, вне которого нельзя найти ни одной его части, и то первое, внутри которого находятся все его части» [цит. по: Боровкова, 2007]. Поскольку тело – это существование идеи в материальной форме, граница есть необходимое условие оформления материи: переход материи к действительному существованию связан с обретением ею конкретной формы, очерчиванием определенных границ, посредством которых она становится вещью [см.: Бахтызин, 2004. С. 27]. Начиная с Аристотеля, граница стала рассматриваться в качестве атрибута существования материального тела.

Кроме того, Аристотель отмечал, что граница связывает вещи и их части в целое [см.: Бахтызин, 2004. С. 26]. Действительно, граница не только отделяет одно от другого, но и соединяет их; природа границы позволяет трактовать бытие как диалектику целого и части.

Подобно тому, как границы в целом являются атрибутом бытия, социальные границы выступают атрибутом социальности. Социальное бытие невозможно без существования границ. Уничтожая одни границы, мы тем самым создаем другие. Процесс установления и корректировки социального порядка – это и есть, собственно, процесс проведения границ: между дозволенным и недозволенным, между нормой и девиацией, между истинным и ложным, между Своими и Чужими. Ю. М. Лотман, анализируя пространство семиосферы, отмечал, что всякая культура начинается с разбиения мира на внутреннее («свое») пространство и внешнее («их»). «Свое» пространство определяется как «наше», «культурное», «безопасное», «гармонически организованное». Ему противостоит «их-пространство», «чужое», «враждебное», «опасное», «хаотическое» [Лотман, 2000. С. 257].

Важность социальных границ определяется тем, что они, во-первых, фиксируют право собственности. На уровне государства это право воплощается в принципе суверенитета, важнейшей составляющей политической мифологии, связанной с такими ценностями, как независимость и безопасность. Этим объясняется распространенная практика сакрализации границы: скажем, в СССР граница защищала «священные рубежи Родины» [Изотов, 2008. С. 55], а образ пограничника, соответственно, выступал значимым персонажем советского героического пантеона [Илюха, 2008. С. 206]. Во-вторых, границы обозначают социальные иерархии. Именно поэтому легитимное пересечение вертикальной социальной границы сопровождается ритуалами [Patshayder, 1999], а нелегитимное, связанное с нарушением иерархии – наказанием, будь то в академическом сообществе или в преступном мире.

Границы, отражая объективную дискретность социального бытия, в то же время выступают социальным конструктом: в процессе проведения границ объективные различия не только фиксируются, но также акцентируются или, напротив, сглаживаются.

Конструктивистский подход к анализу социальных границ был впервые применен Фредриком Бартом, работам которого социальные науки в значительной степени обязаны своим интересом к исследуемой категории [Barth, 1969]. Норвежский антрополог показал, что сами содержательные компоненты этнической культуры в значительной степени определяются необходимостью границы между сообществами. Первична сама граница, а не удерживаемое ею культурное содержание. Этнические границы создаются при помощи этнических маркеров, или диакритиков, – элементов культуры, отбираемых (иногда достаточно произвольно) самими членами группы для подчеркивания своих отличий от окружающих (например, одежда, язык, стиль жизни) [Barth, 1969. P. 14].

В книге Джона Армстронга, который применил идеи Барта для анализа национальных сообществ, для обозначения этих маркеров был предложен термин «символические пограничники» [Armstrong, 1982]. Действительно, соци-

альные границы имеют символическое измерение; по оценке Мишель Ламон, «символические границы представляют собой необходимое (хотя и не достаточное) условие границ социальных» [цит. по: Lamont, Molnar, 2002. P. 169]. Символические границы представляют собой объективированные формы социальных различий, обнаруживающих себя в неравном доступе к ресурсам (материальным и нематериальным) и социальным возможностям, а также в их неравном распределении [Ibid. P. 168].

Роль символических границ в социальных отношениях определяется их связью с такими важнейшими социальными феноменами, как власть и идентичность. Проведение символических границ является фактором, оказывающим влияние на отношения господства и подчинения, и, следовательно, может быть рассмотрено – воспользуемся терминологией Пьера Бурдье – в качестве формы «символического насилия» [Bourdieu, 1998. P. 103]. Как отмечает Ламон, литература по символическим границам приобрела особую значимость в 1960-х благодаря тому, что произошла своеобразная конвергенция двух научных направлений: исследований символических систем и изучения непрямых форм власти [Lamont].

Насилием над реальностью является уже такой способ проведения границ, как социальная категоризация – систематизация и упорядочивание социального окружения путем распределения социальных объектов по категориям. Собственно, само понятийное мышление связано с постоянным проведением границ. «Определить, – пишет А.Ф. Лосев, – значит положить предел, границу» [цит. по: Боровкова, 2007].

Что касается коллективной идентичности, то ее интерпретация в качестве, в первую очередь, отношения между Своими и Чужими [Jenkins, 1996] определяет ключевое значение границы. Репрезентации Своих и Чужих обусловливают друг друга; конструкция инаковости одновременно представляет собой нормативный образец идентичности [Sharp, 2000. P. 29]. Таким образом, проведение границ связано с процессами включения и исключения как необходимыми условиями создания и функционирования сообщества. Заметим, что универсальный характер проведения границ показал еще Б. Ф. Поршнев, первым в отечественной науке обратившийся к проблеме оппозиции «Мы – Они» [Поршнев, 1979].

При этом следует принимать во внимание гетерогенность коллективной идентичности, которая существует как процесс конкуренции различных дискурсов, соревнующихся между собой за определение «наших» и «не-наших» и, соответственно, за определение нормы и девиации. Та же русскость представляет собой поле конкурирующих дискурсов, и мы можем наблюдать множество самых различных, порой взаимоисключающих, интерпретаций на тему, что такое Россия и что означает «быть русским». Различные дискурсы утверждают символические границы между Своими и Чужими на собственный манер, определяя при этом «более Своих» и «менее Своих» (или «внутренних Чужих»). Тем самым создание, поддержание и корректировка социального порядка предполагает продуцирование иерархий и асимметрий внутри сообщества: одни модели поведения признаются эталонными, другие же подвергаются маргинализации или вовсе выносятся за границы Своего. Каждый из идентификационных дискурсов, производя инаковость внешнюю, тем самым производит и инаковость внутреннюю; внешние и внутренние границы сообщества взаимообусловлены.

Очевидно, в этой ситуации один вариант проведения границ выступает непримиримым соперником другого. Еще Барт обратил внимание на то, что борьба ведется как за право проведения границ, так и за выбор самих диакритиков: различные политические группы утверждают ценность одних маркеров и ставят под сомнение значимость других [Barth, 1969. P. 35]. Таким образом, для того чтобы укрепить одни символические границы, требуется ослабить альтернативные.

Для обоснования правильности собственного варианта проведения границы, придания ей прочности, нередко прибегают к использованию тех маркеров, которые ассоциируются с природными, натуральными характеристиками человека – например, расы и пола. Так, в исследовании Кэтрин Манзо показано, как различные виды национализма используют дискурс расизма для обоснования своей легитимности [Manzo, 1996. P. 19].

Эффективными символическими пограничниками служат также образы мужчин и женщин, которые принимают участие в отделении Своих от Чужих и в оценивании первых выше, чем вторых [Yuval-Davis, 1997. P. 23]. Анализируя историю Холодной войны, Синтия Энлоэ заметила, что послевоенная конфронтация представляла собой множество поединков за определение маскулинности и фемининности [Enloe, 1993. P. 18–19]. Действительно, гендерный дискурс широко использовался обеими сверхдержавами для обоснования своего превосходства не только в сфере взаимоотношения полов, но и в социально-политических

отношениях [Рябов, 2007]. Другим примером эксплуатации гендерного дискурса для проведения социально-политических границ может служить включение образа «мужика» в обоснование легитимности существующей в современной России власти. Соответственно, для обоснования девиантности оппонентов в политическом отношении привлекается идея их девиантности в гендерном аспекте [Рябова, Рябов, 2010].

Различия идеологических систем могут быть представлены в качестве различий в способах проведения границ. Так, национализм призывает рассматривать деление человечества на нации в качестве основного [Smith, 1991. P. 74]. Согласно известной характеристике Кэтрин Вердери, национализм – это классифицирующий дискурс, в котором нация понимается в качестве базового оператора всеохватывающей системы социальной классификации [Вердери, 2002. С. 297]. Соответственно, «базовым оператором» расизма будет раса; он утверждает приоритетность расового деления человечества над всеми прочими, подобно тому, как, скажем, марксизм – классового, а феминизм – гендерного.

Как отметила Вердери, различные национализмы борются за право на определение символа нации [Вердери, 2002. С. 299], что может быть проиллюстрировано современной ситуацией в России. Проект российской нации, российскости, стартовавший сразу после распада СССР, особый масштаб приобрел в 2000-е. Концепция российскости исходит из того, что деление на россиян и не-россиян является приоритетным перед всеми другими делениями – социальными, этническими, конфессиональными, региональными. Если российский гражданский национализм исходит из лозунга «Россия для россиян», то русский этнический – «Россия для русских», причем российскость рассматривается как враг русскости. Другим вызовом концепции российскости является тот способ проведения границ, который более всего отражен в позиции КПРФ: здесь утверждается, что власть, используя ресурс национализма, тем самым старается скрыть границы между бедными и богатыми, консервируя социальное расслоение в российском обществе [Рябов, 2008].

Еще одной иллюстрацией проведения границ, связанного с установлением властных отношений, является деление мира, говоря словами Стюарта Холла, на «Запад» и «Все Остальное» [Hall, 1992]. Такой способ социальной категоризации является предметом анализа в постколониальных исследованиях, зарождение которых обычно возводят к публикации труда Эдварда Саида «Ориентализм» [Said, 1978]. Ориентализм понимается как дискурс эпохи Модерности, в котором знания Запада о Востоке связаны с доминированием над последним. Саид обосновал тезис о том, что репрезентации Востока, производимые данным дискурсом, востребованы для того, чтобы определить природу Востока и восточного как низшую и отличную от Запада и легитимировать западное управление им [Lewis, 1996. P. 23]. Среди ключевых элементов ориентализма – убеждение, что Запад способен понимать Восток, представлять его интересы и управлять им лучше, чем это делает или мог бы сделать сам Восток [Ibid. P. 16]. Запад при этом трактуется в качестве универсального референта: есть только одна модель, все остальное репрезентируется как девиация. Восток оценивается в терминах «отсталости» и «недоразвитости»; его настоящее – это прошлое Запада. Среди тех функций, которые выполняет ориентализм, отметим, во-первых, его роль в конструировании идентичности Запада. «Запад» есть отрицание восточности; внутренние Чужие Запада, напротив, подвергаются ориентализации. Помимо прямого отождествления этих социальных групп с «восточными дикарями», им приписываются те же леность, чувственность, иррациональность, хаотичность, недостаток самоконтроля и др. [Hall, 1992. P. 280]. Во-вторых, ориентализм помогает установить и поддерживать власть над Востоком за счет репрезентаций данной культуры как низшей и неспособной к самоуправлению.

Таким образом, необходимыми условиями конкурентоспособности символических границ являются их заметность и прочность. В соответствии с этим эффективные символические пограничники должны, во-первых, маркировать границу и быть узнаваемыми; во-вторых, «охранять» границу, делать ее «непреодолимой», легитимируя ее, придавая ей видимость законности, вечности, «естественности»; в-третьих, акцентировать различные черты двух сообществ и игнорировать сходные.

«Russian Bear» как символический пограничник

Россия является еще одним Другим Запада, идентичность которого конструируется через ее исключение: она обозначает границу западной цивилизации в географическом, культурном, религиозном, политическом аспектах.

Инаковизация России осуществляется при помощи различных маркеров; прежде всего,

через оппозицию «цивилизация – варварство». Нецивилизованность эксплицируется, во-первых, через идею отсталости России, ее принадлежности прошлому: русских «варваров» сравнивают со скифами, гуннами, вандалами [см.: Тарле, 1991. С. 274; Malia, 1990. P. 74]. Во-вторых, она трактуется как «природность», что находит выражение, в частности, в символе медведя.

Разделение христианства на западную и восточную ветви, взаимные обвинения в ереси обеих церквей также способствовали дискурсивному вытеснению православной России за пределы нормы под названием «Запад» [Harle, 2000. P. 68–71]. Более того, нередко русскому православию вообще отказывали в праве считаться ветвью христианства.

Иногда роль идентификатора выполнял «расовый» фактор: например, в годы Холодной войны коммунизм (со всеми его не-западными коннотациями) выводился из «сущности славянства» [Wolff, 1994. P. 371].

Чаще русских записывали в азиаты, и наиболее заметной формой инаковизации России стали репрезентации ее как воплощения Востока. Россия с ее «азиатским деспотизмом» рассматривается в качестве наследницы империи Ахеменидов, когда-то угрожавшей свободолюбивым грекам [Malia, 1990. P. 3]. Как правило, подобная ориентализация преследовала цель пробудить не самые добрые чувства по отношению к России. Таким образом, основными оппозициями, при помощи которых проводится граница с Россией, являются «цивилизация – варварство», «культура – природа», «прогрессивность – отсталость», «христианство – язычество», «свобода – деспотизм», «Европа – Азия», «Запад – Восток». Очевидно, медвежий символ вносит значительный вклад в их производство и поддержание.

Становление метафоры Россия-медведь проходило в несколько этапов на протяжении XV–XVIII вв. Вначале на Западе утверждается представление о медведе как «русском звере»; затем медведь превращается в маркер «Московии», а Россия – в страну, где обитают медведи; наконец, такое ассоциирование страны с медведем приобретает концептуальное измерение: этим начинают объяснять и характер ее жителей, и политику ее властей [Хрусталев, 2011].

Исследуемый образ занимает важное место в репрезентациях страны, обнаруживая себя в записках путешественников, политических памфлетах, карикатурах. Труды по истории образа медведя позволяют сделать вывод о том, что в культурах Западной Европы в этот период, т. е. до конца XIX в., он носил ярко выраженную негативную окраску [Shepard, Sanders, 1985; Иванов, Топоров, 1992; Bieder, 2005; Brunner, 2007]. Очевидно, данный образ играет важную роль в обосновании положений и о цивилизационной чуждости России, и об ее отсталости. «Русский медведь» является весьма эффективным символическим пограничником: он, во-первых, маркирует границу между Россией и Западом, во-вторых, легитимирует ее и, в-третьих, несет информацию о характере различий между ними.

«Медвежья» метафора заключает в себе вполне определенную характеристику России, позволяя тем самым мгновенно мобилизовать соответствующие ассоциации: чуждая, отсталая, агрессивная, деспотическая, сильная, но неуклюжая страна.

В глазах европейских авторов европейскость как синоним цивилизованности – это лишь внешняя оболочка неспособного к прогрессу «русского медведя». «Крещеными медведями» назвал русских Г. Лейбниц [см.: Кантор, 1995. С. 36]. Фридрих II упрекал Вольтера за его решение «писать историю сибирских волков и медведей», т. е. обратиться к истории России, а его отец, Фридрих-Вильгельм, считал московитов медведями, которых нельзя спускать с цепи, ибо потом их обратно не посадишь [Лиштенан, 1999. С. 83, 80]. Как отмечает Петер Меллер, в текстах европейских авторов XVIII в. русские, ассоциируемые с телесным и природным, противопоставлялись европейцам, ассоциируемым с разумом и цивилизацией; именно это явилось отправной точкой представлений о России как об *ursa major* [см.: Neumann, 1999. P. 80–81].

Исследуемый символ способствовал приписыванию русским и иных черт, используемых в дискурсе Модерности для маркировки Другого: лень, косность, непредсказуемость. Наконец, медведь был призван акцентировать такую характеристику России, как агрессивность. Так, Уинстон Черчилль говорил о «кровавых лапах русского медведя» [см.: Уткин, 2002. С. 161], а Карл Маркс – о том, что «русский медведь способен на все, в особенности, когда он знает, что другие звери, с которыми ему приходится иметь дело, ни на что не способны» [Маркс, 1957. С. 172–173].

Помимо страха, «русский медведь» вызывает в западных культурах и ощущение собственного превосходства, и уважение к огромной силе, и опасение разбудить свирепого хищника, и желание приручить его, а то и посадить на цепь. Кроме того, разумеется, этот образ имеет и позитивные коннотации; о медвежьей силе

России вспоминают не только соперники, но и союзники – скажем, в периоды Первой и Второй мировых войн.

Медведь становится очень заметным персонажем освещения западными СМИ югоосетинского конфликта 2008 г. [см.: Riabov, de Lazari, 2009]; рассмотрим на материале дискурса этой войны способы акцентирования противоречий между Россией и Западом. «Медведь проснулся» – редкое западное издание не привлекало этот образ, характеризуя ситуацию в целом. Как отмечает обозреватель «Таймс», медведь вышел из берлоги, и больше его соседям не спать спокойно [Walt, 2008]. Иногда это резкое изменение геополитической ситуации выражает образ ожившего медведя. Так, карикатура из канадской «Калгари сан» изображает изумление Дяди Сэма, сидящего на медвежьей шкуре и обнаруживающего, что шкура начинает двигаться [Tab, 2008].

Особой радости от подобного пробуждения западные СМИ не выказывают. Традиционные коннотации образа «русского медведя» в зарубежной прессе включаются в репрезентации войны, помогая выстраивать «железный занавес» между «хорошими и плохими парнями». «Фигаро» отмечает: «Катастрофа обрушилась на Грузию. Эта маленькая страна Южного Кавказа, с 1991 года отчаянно пытавшаяся вырваться из когтистых лап русского медведя, в течение нескольких дней потерпела настоящее политическое, военное, моральное, экономическое и стратегическое поражение» [Мандевиль, 2008]. Джон Болтон пишет о «крови на когтях медведя» [Bolton, 2008]. А участники акции протеста в столице Украины избрали более наглядный способ актуализировать страхи перед «русским медведем». Напротив входа в посольство России участники акции «усадили плюшевого медведя с игрушечным автоматом в лапах и нафаршированной мясом мясорубкой вместо оторванной головы». Еще один кусок мяса лежал у медведя под боком. «Кровавый медвед», как его назвали протестующие, был призван символизировать «агрессивный милитаризм российского государства» [Мусиенко, 2008].

Кровь, насилие, жестокость, империализм – к этому ассоциативному ряду добавляется такая черта «русского медведя», как архаичность России, ее неспособность к прогрессу. В статье под названием «Добро пожаловать назад в XIX век» Йозеф Йоффе пишет: «Смертный грех Тбилиси состоял в том, что Грузия вывернулась из-под лапы медведя и прижалась к Западу. С тех самых пор Москва пытается подчинить Грузию себе или раздробить ее» [Joffe, 2008].

Отметим различные аспекты легитимации символической границы с Россией при помощи данного символа. Всякая национальная аллегория способствует гомогенизации нации, и медведь не является исключением: все россияне превращаются в некие эманации большого «русского медведя», все они несут ответственность за происходящее. Использование животной метафоры, пусть косвенным образом, ведет к дегуманизации России, лишению ее человеческого обличья – а с медведем следует обходиться так же, как и с другими дикими животными. «Животных в цирке можно дрессировать, пока они не попробуют человеческого мяса. С Россией то же самое. В Грузии она попробовала крови и легкой, быстрой победы. Это значит, что ни в Варшаве, ни в Будапеште, ни даже в Берлине никто не должен спать спокойно» [Нельзя с бандитами говорить..., 2008]. Медведь не способен превратиться в человека, и потому еще одной функцией исследуемого символа является эссенциализация противоречий, репрезентации их как вечных и неустранимых. Популярная мысль о том, что Россия, 'eternal Russia', фатально не способна к переменам, получает в исследуемом аспекте, например, следующее выражение: «И не нужно строить иллюзий, что русского медведя можно приручить. Его только можно уничтожить...» [Грузия выходит из СНГ, 2008].

Как было отмечено, внутренние и внешние границы взаимообусловлены; образ внешних Чужих становится фактором внутриполитической борьбы, и «русский медведь» принимает участие в маркировке тех, кто слишком, по мнению их оппонентов, связан с Москвой. Например, президент Украины Виктор Янукович получил подобную характеристику от Юлии Тимошенко [Янина, 2011]. Дискурс югоосетинского конфликта также позволяет выявить использование медвежьего символа во внутриполитической борьбе. Знаменитый рекламный ролик «В лесу есть медведь» (There is a bear in the woods) использовался Рональдом Рейганом в победной для него президентской кампании 1984 г. Было бы удивительно в условиях подобного «медвежьего психоза», если бы отмеченные параллели не попытались использовать в дискурсе избирательной кампании 2008 г.: звучали призывы привлечь этот ролик для победы Джона Маккейна [Schuler]. Заметим, что среди противников кандидата от республиканцев высказывалось предположение, что именно Маккейн – борец с «русским медведем» – является политиком, наиболее заинтересованным в таком развитии событий на Кавказе [The Eagle the Bear..., 2008], и даже что сама война представляет собой предвыборную уловку неоконов, исполь-

зующих историческую память американцев о «свирепом хищнике» для сохранения собственной власти [Scheer, 2008].

Медвежий символ в легитимации власти в современной России

Аналогичным образом исследуемый символ принимает участие в проведении внутренних границ в России. Образ медведя в русской культуре, как и во многих других культурах, амбивалентен; олимпийский «ласковый Миша» – далеко не единственная его ипостась. Это уже по преимуществу в советский период в детских книжках и мультфильмах медведь становится симпатичным – добродушным, сильным, справедливым. Результаты исследований отношения к медведю в дореволюционной России [Успенский, 1982; Рыбаков, 1989; Иванов, Топоров, 1992; Похлебкин, 1994; Гура, 1997; Белова, 2000; Пчелов, 2005 и др.] показывают, что нет оснований рассматривать медведя в качестве древнего национального символа, который объединяет русских и мобилизует их на коллективные действия, с которым они отождествляют себя и свою страну. Это не означает, что медведь совершенно не использовался в качестве аллегории России отечественными авторами, однако по преимуществу он был призван выразить специфику восприятия страны на Западе. В советский период «медвежья» метафора продолжала использоваться на Западе, на что руководство СССР реагировало с раздражением (например, И. Сталин в январе 1940 г., обсуждая ситуацию в Европе, предостерег британских политиков, чтобы те «не считали русских... дураками. В Западной Европе считали русских медведями, у которых плохо работает голова» [Городецкий, 2001. С. 27]). Вместе с тем оно пыталось «приручить» Russian Bear, и наиболее известным «ответом Чемберлену» стал проект олимпийского Мишки.

Отношение к метафоре Россия-медведь меняется в постсоветский период, что обусловлено рядом факторов. Во-первых, это стало следствием глобализации и культурной экспансии Запада: наряду с технологиями, товарами, стилем жизни, потребляют также образы и символы. Во-вторых, в качестве национального символа он включается в процессы создания постсоветской идентичности, предполагающие противопоставление и советскому периоду, и Западу. В-третьих, брэндинг медведя стал задачей политической пропаганды «партии власти». Появившись на логотипе *Ме*жрегионального *дви*жения *Ед*инство (Медведь) накануне парламентских выборов 1999 г., он перекочевал и на символику «Единой России», образовавшейся в результате объединения «Единства» с блоком «Отечество – Вся Россия» в 2003 г. Брэндинг включает в себя наделение облика медведя позитивными коннотациями; происходит своеобразная семиотическая перекодировка данного символа. «Русский медведь» служит хорошей иллюстрацией слов Энтони Коэна о том, что «символы не столько выражают значения, сколько дают нам возможность значения производить» [Cohen, 1985. P. 15]. Медвежий символ позволяет вкладывать в себя различные, порой противоположные значения. Согласно данным соцопроса, если американские респонденты полагают, что «русский медведь» символизирует агрессивность, силу, жестокость, варварство, то сегодняшние русские ассоциируют с медведем, помимо силы, также добродушие и бесхитростность [Рябова, 2011].

Кроме того, этот брэндинг включает в себя установление своеобразных цепочек эквивалентности между медведем, русскостью, властью и «Единой Россией». Медведь объявляется подлинным символом нации, поскольку, как утверждается, его культ отличает русских с древнейших времен. Медведь при этом позиционируется как олицетворение национального характера русских. Воплощая огромные размеры страны, ее силу, мощь, заставляющую трепетать соседей, он в то же время добродушен и миролюбив, что помогает при создании соответствующей картины международных отношений. Медведь – не хищник по своей природе, поэтому силовые акции всегда можно сопроводить фразами типа «разбудили мишку», «не надо было дразнить медведя», иллюстрируя вынужденность подобной реакции. Наконец, образ включается в апологию суверенности и самодостаточности России.

Медведь, таким образом, призван выразить сумму значений, совпадающих с ценностями, защита которых объявляется нынешней властью ее приоритетом – суверенитет, власть, сила. Такая черта медвежьего символа, как его распространенность среди не только русского, но и других этносов России (включая финно-угорские народы, народы Сибири), позволяет ослабить межэтнические границы в стране, укрепив границы внешние. При этом главным внешним Чужим становится Запад, а внутренними – все, кто ему симпатизирует.

Принимая во внимание эффективность медвежьего символа, не приходится удивляться тому, что оппоненты «партии власти» стремятся, как выражается автор одной статьи,

к «демедведизации» страны [Федосеев, 2008]. В этих условиях символу «партии власти» приходится сталкиваться с вызовами двоякого рода: и дискредитацией медведя как такового, и сомнениями в подлинности медведя единороссского. В дискурсе основных оппозиционных партий акцентируются черты, которые приписываются медведю в мировой и отечественной культурных традициях – лень, грубость, жестокость, жадность, склонность к воровству. Другим вызовом «официальному медведю» являются притязания на медвежий символ со стороны других политических дискурсов (например, НБП, «Родина», экстремистские течения русского национализма) [см.: Рябов, 2009]. В подобной ситуации можно прогнозировать, что в предстоящих избирательных кампаниях борьба за данный символ, связанная с соперничеством за право проведения границ, будет весьма напряженной.

Подведем итоги. Границы представляют собой атрибут социальности. В процессе их проведения объективные различия не только фиксируются, но также акцентируются или, напротив, сглаживаются, что позволяет считать границы социальным конструктом. Необходимым элементом социальных границ являются границы символические, создаваемые при помощи символических пограничников. Поскольку проведение символических границ связано с отношениями власти, выбор символических пограничников становится предметом острой конкуренции между различными идентификационными дискурсами, которые представляют различные политические силы.

«Русский медведь» выполняет функцию символического пограничника в западном дискурсе, позволяя маркировать Россию как чуждую, опасную и отсталую страну, а также принимая участие в практиках исключения внутренних Чужих. В постсоветский период медвежий символ востребован и в России. Он призван не только подчеркнуть «особый путь» России и показать отличия от Запада, но и способствовать укреплению внутреннего единства страны. Образ медведя активно используется в политической символике и тем самым принимает участие в проведении внутренних границ и иерархий; это обусловливает острую конкуренцию за обладание этим символом и его (ре)интерпретацию.

Литература

Бахтызин А. М. Граница: бытие, сущность, рефлексия: Дис. … канд. филос. наук. Омск, 2004. 177 с.

Белова О. В. Славянский бестиарий. Словарь названий и символики. М.: Индрик, 2000. 320 с.

Боровкова О. В. Граница и предел как два способа ограничения // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 299 (I). С. 38–41. URL: http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/299/image/299_038-041.pdf/ (дата обращения: 20.04.2011).

Вердери К. Куда идут «нация» и «национализм»? // Нации и национализм / Б. Андерсон, О. Бауэр, М. Хрох и др. М.: Праксис, 2002. С. 297–307.

Городецкий Г. Роковой самообман: Сталин и нападение Германии на Советский Союз. М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2001. 384 с.

Грузия выходит из СНГ. URL: http://salat.zahav.ru/ArticlePage.aspx?articleID=2787&categoryID=11 (дата обращения: 20.04.2011).

Гура А. В. Символика животных в славянской народной традиции. М.: Индрик, 1997. 912 с.

Еремеев В. Е. Чертеж антропокосмоса. М.: АСМ, 1993. 384 с.

Ерофеев В. В. Москва – Петушки // Ерофеев В. В. Оставьте мою душу в покое: Почти всё. М.: «Х.Г.С.»,1995. 407 с.

Иванов Вяч. Вс., Топоров В. Н. Медведь // Мифы народов мира: В 2 т. М.: Советская энциклопедия, 1992. Т. 2. С . 128–130.

Изотов А. Б. Повседневная жизнь пограничного города: послевоенная Сортавала // Границы и контактные зоны в истории и культуре Карелии и сопредельных регионов. Гуманитарные исследования. Вып. 1. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 53–64.

Илюха О. П. Советские границы в учебно-воспитательных текстах сталинского времени // Там же. С. 205–214.

Кантор К. Кентавр перед Сфинксом // Кентавр перед Сфинксом: (Германо-российские диалоги) / Под ред. К. Кантора. М.: Апрель-85, 1995. 275 с.

Лиштенан Ф. Д. Вольтер: Фридрих II или Петр I // Вольтер и Россия / Под ред. А. Д. Михайлова, А. Ф. Строева. М.: ИМЛИ, «Наследие», 1999. 171 с.

Лотман Ю. М. Внутри мыслящих миров // Лотман Ю. М. Семиосфера. СПб.: Искусство-СПБ, 2000. 704 с.

Мандевиль Л. Саакашвили поставил под угрозу мечты грузин о Западе // Фигаро. 14 августа 2008. URL: http://www.inopressa.ru/lefigaro/2008/08/14/15:43:21/saakashvili (дата обращения: 20.04.2011).

Маркс К. Русская политика по отношению к Турции. – Рабочее движение в Англии // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 9. М.: Политиздат, 1957. С. 172–173.

Мусиенко В. «Геть – кровавый медведь»! // Главред. 2008. 11 авг. URL: http://glavred.info/print.php?article=/archive/2008/08/11/160721-8.html (дата обращения: 20.04.2011).

Нельзя с бандитами говорить светским языком (Onet.pl. 18 авг. 2008 г. URL: http://www.inosmi.ru/text/translation/243368.html (дата обращения: 20.04.2011).

Поршнев Б. Ф. Социальная психология и история. М.: Наука, 1979. URL: http://www.i-u.ru/biblio/archive/porshnev_soc/ (дата обращения: 20.04.2011).

Похлебкин В. Медведь // Похлебкин В. Словарь международной символики и эмблематики. М.: Междунар. отношения, 1994. 558 с.

Пчелов Е. Три медведя в старейших русских земельных гербах // Гербовед. 2005. № 80. С. 48–62.

Рябов О. В. Охота на медведя: О роли символов в политической борьбе // Неприкосновенный запас. 2009. № 1 (63). С. 195–211.

Рябов О. В. «Россия-Матушка»: Национализм, гендер и война в России XX века. Stuttgart; Hannover: Ibidem, 2007. 290 с.

Рябов О. В. Русскость и российскость как способы проведения символических границ // Проблемы формирования общероссийской идентичности: Русскость и российскость. Материалы междунар. науч. конф., Иваново-Плес, 15–16 мая 2008 г. / Под ред. О. В. Рябова. Иваново, 2008. С. 32–35.

Рябова Т. Б. Медведь как символ России: Социологическое измерение // «Русский медведь»: история, семиотика, политика / Под ред. О. В. Рябова и А. де Лазари. М.: НЛО, 2011 (готовится к изданию).

Рябова Т. Б., Рябов О. В. Настоящий мужчина российской политики? (К вопросу о гендерном дискурсе как ресурсе власти) // Полис. 2010. № 5. С. 48–63.

Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. М.: Наука, 1981. 406 с.

Успенский Б. А. Филологические разыскания в области славянских древностей (Реликты язычества в восточнославянском культе Николая Мирликийского). М.: МГУ, 1982. 245 с.

Уткин А. И. Уинстон Черчилль. М.: Алгоритм; ЭКСМО, 2002. 605 с.

Федосеев И. России нужна демедведизация 2008.03.11. URL: http://forum-msk.org/material/politic/450396.html?pf=7 (дата обращения:20.04.2011).

Хрусталев Д. Происхождение «русского медведя» // НЛО. 2011. № 1 (107).

Янина И. Годовой отчет: Виктор Янукович в прямом эфире поговорил с гражданами Украины // Взгляд: Деловая газ. 2011. 25 февр. URL: http://vz.ru/politics/2011/2/25/471482.html (дата обращения: 20.04.2011).

Armstrong J. Nations before Nationalism. Chapel Hill: Univ. of North Carolina Press, 1982. 411 p.

Barth F. Introduction // Ethnic Groups and Boundaries: the Social Organization of Culture Difference: Results of a Symposium Held at the University of Bergen, 23rd to 26th February 1967 / Ed. by F. Barth. Boston: Little, Brown, 1969. P. 9–38.

Bieder R. E. Bear. Reaktion Books, London: 2005. 192 p.

Bolton J. R. After Russia's invasion of Georgia, what now for the West? // Telegraph. 15 Aug 2008. URL: http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/georgia/2563260/John-Bolton-After-Russias-invasion-of-Georgia-what-now-for-the-West.html (дата обращения: 20.04.2011).

Bourdieu P. Practical Reason: On the Theory of Action. Stanford University Press, 1998. 168 p.

Brunner B. Bears: A Brief History. New Haven; London: Yale University Press, 2007. 272 p.

Cohen A. The Symbolic Construction of Community. London; New York: Ellis Horwood Ltd., 1985. 128 p.

Enloe C. H. The morning after: Sexual politics at the end of the Cold War. Berkeley: Univ. of California Press, 1993. 326 p.

Joffe J. Welcome Back to the 19th Century // The Wall Street Journal, 12.08.2008, URL: http://online.wsj.com/article/SB121848870627030979.html?mod=rss_opinion_main (дата обращения: 20.04.2011).

Jenkins R. Social Identity. London; New York: Routledge, 1996. 206 p.

Hall S. The West and the Rest: Discourse and Power // S. Hall, B. Gieben (Eds.). Formations of Modernity. Cambridge: Open University Press: Polity Press, 1992. P. 275–333.

Harle V. The Enemy with a Thousand Faces: The Tradition of the Other in Western Political Thought and History. Westport, Conn., 2000. 218 p.

Lamont M. Symbolic Boundaries. URL: http://educ.jmu.edu/~brysonbp/336/readings/LamontEncyclo.html (дата обращения: 20.04.2011).

Lamont M., Molnar V. The Study of Boundaries in the Social Sciences // Annual Review of Sociology. 2002. Vol. 28. P. 167–195 (Volume publication date August 2002).

Lewis R. Gendering Orientalism: Race, Femininity and Representation. London; New York: Routledge, 1996. 267 p.

Malia M. Russia under Western Eyes: From the Bronze Horseman to the Lenin Mausoleum. Cambridge (Mass.); London: Harvard University Press, 1999. 514 p.

Manzo K. A. Creating Boundaries: The Politics of Race and Nation. London and Boulder: Lynne Rienner, 1996. 251 p.

Neumann I. B. Uses of the Other: «The East» in European Identity Formation. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1999. 248 p.

Patshayder H. Rituals and symbols that create daily limits (for example, the club Motorcycle Witches and settlers in Transylvania) // Кочующие границы: Материалы междунар. семинара (на рус. и англ. яз.) / Под ред. О. Бредниковой, В. Воронкова. СПб., 1999. URL: http://www.indepsocres.spb.ru/patsch_r.htm/ (дата обращения: 20.04.2011).

Riabov O., de Lazari A. Misha and the Bear: The Bear Metaphor for Russia in Representations of the «Five-Day War» // Russian Politics and Law. Vol. 47, N 5 / September-October 2009. P. 26–39.

Said E. Orientalism. New York: Pantheon Books, 1978. 368 p.

Sharp J. P. Condensing the Cold War: Reader's Digest and American Identity. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2000. 240 p.

Scheer R. Georgia War: A Neocon Election Ploy? // The Nation. August 13, 2008. URL: http://www.thenation.com/doc/20080818/scheer2 (дата обращения: 20.04.2011).

Shepard P., *Sanders B.* The Sacred Paw: The Bear in Nature, Myth, and Literature. New York, Arkana, 1985. 244 p.

Schuler D. The Big Questions on the Situation in the Caucasus. URL: http://www.outsidethebeltway.com/archives/2008/08/the_big_questions_on_the_situation_in_the_caucasus/ (дата обращения: 20.04.2011).

Smith A. D. National Identity. Reno: University of Nevada Press, 1991. 226 p.

Tab. Stuffed Bear. URL: http://caglecartoons.com/viewimage.asp?ID={9B4D3083-787A-4B6C-8E55-C47B280F90E5} (дата обращения: 20.04.2011).

The Eagle the Bear and the Guns of August. URL: http://madplatonews.blogspot.com/2008/08/eagle-bear-and-guns-of-august.html (дата обращения: 20.04.2011).

Walt V. The Bear Is Back on the Prowl // Time. Aug. 14, 2008. URL: http://www.time.com/time/printout/ 0,8816,1832850,00.html (дата обращения: 20.04.2011).

Wolff L. Inventing Eastern Europe: The Map of Civilization on the Mind of the Enlightenment. Stanford: Stanford University Press, 1994. 419 p.

Yuval-Davis N. Gender and Nation. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications, 1997. 157 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Рябов Олег Вячеславович
профессор, д. филол. н.
Ивановский государственный университет
ул. Ермака, 37, Иваново, 153025
эл. почта: riabov1@inbox.ru
тел.: 4932-320036

Константинова Мария Анатольевна
студентка 5 курса исторического факультета
Ивановский государственный университет
ул. Ермака, 37, Иваново, 153025
эл. почта: konstantinovamasha@yandex.ru
тел. 4932-320036

Ryabov, Oleg
Professor, DSc.
Ivanovo State University
37 Ermak St., 153025 Ivanovo, Russia
e-mail: riabov1@inbox.ru
tel. 4932-320036

Konstantinova, Maria
5th year Student, Faculty of History
Ivanovo State University
37 Ermak St., 153025 Ivanovo, Russia
e-mail: konstantinovamasha@yandex.ru
tel. 4932-320036

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 124–132

АСПИРАНТСКИЕ ТЕТРАДИ

УДК 903.01/.09.02: 902.01 «634» (470.22)

К ВОПРОСУ СМЕНЫ КУЛЬТУР В НЕОЛИТЕ – РАННЕМ ЭНЕОЛИТЕ КАРЕЛИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПАМЯТНИКОВ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)

Т. А. Хорошун

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В статье освещается дискуссионный вопрос смены культур в неолите – раннем энеолите на территории Карелии в конце V – середине III тыс. до н. э. Этот период характеризуется культурами ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики. На основе сравнительно-типологического анализа, физико-химического и экспериментального изучения керамического материала поселений на западном побережье Онежского озера автор высказывает предположение о культурной преемственности этих типов керамики, что нашло отражение в комплексе важных общих признаков разновременной керамики (элементы и стиль орнаментации, технологические традиции в гончарном производстве). По результатам исследования предлагается рассматривать гребенчато-ямочную керамику позднего неолита и ромбоямочную раннего энеолита как последовательные фазы развития неолитической ямочно-гребенчатой керамики.

Ключевые слова: неолит – ранний энеолит, культурные типы керамики, памятники западного побережья Онежского озера, исследование, ямочно-гребенчатая керамика, орнамент, хронологические этапы.

T. A. Khoroshun. ON THE CHANGE OF CULTURES IN THE NEOLITHIC – EARLY ENEOLITHIC KARELIA (BASED ON SITES ON THE WESTERN COAST OF LAKE ONEGA)

The disputable question of the change of cultures in the Neolithic – Early Eneolithic in Karelia in the late 5th to mid-3rd millenia BC is covered in this article. This period is characterized by pit-comb, comb-pit and romb-pit ceramics cultures. The author speculates on the cultural continuity of these types of ceramics based on comparative-typological analysis, physical-chemical and experimental study of ceramic material from settlements on the west coast of Lake Onega. This cultural continuity is reflected in a set of important common features in ceramics of different age (elements and style of ornamentation, technological traditions in pottery). The author suggests that the comb-pit ceramics from the Late Neolithic and the romb-pit ceramics from the Early Eneolithic are considered as successive phases of the Neolithic Pit-Comb Ware.

Key words: Neolithic – Early Eneolithic, cultural types of ceramics, monuments west coast of Lake Onega, research, Pit-comb pottery, ornaments, chronological stages.

Статья посвящена дискуссионному вопросу смены культур в среднем неолите – раннем энеолите на территории Карелии. Этот период характеризуется культурами ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики, последовательно сменявшими друг друга с конца V до середины III тыс. до н. э. [Археология Карелии, 1996]. Генезис культур исследователями рассматривается по-разному: одни полагают, что они, скорее всего, не преемственны в культурном плане друг другу [Витенкова, 2006, С. 155–156; Лобанова, 2006, С. 137], другие отмечают между ними такую связь [Панкрушев, 1978. С. 47; Журавлев, 1991. С. 90–92; Филатова, Хорошун, 2009. С. 42].

Культура ямочно-гребенчатой керамики изучена на значительном числе памятников [Лобанова, 1986, 1991, 1996]. Оперируя многочисленными керамическими комплексами, применяя палинологические данные, радиоуглеродное датирование и др., исследовательница склонна относить время существования ямочно-гребенчатой керамики ко второй половине атлантического времени – рубежу атлантикума – суббореала (конец V – первая – вторая четверть III тыс. до н. э.). Эта керамика по орнаментации близка к керамике льяловской традиции, сложилась в юго-восточной части Карелии и на территории Восточного Прионежья и в дальнейшем распространилась в северном направлении [Лобанова, 2009. С. 56]. Намечается два этапа в ее развитии – ранний с двумя фазами (конец V – последняя четверть IV тыс. до н. э.) и поздний (конец IV – начало – первая половина III тыс. до н. э.). Фаза I раннего этапа (Черная Речка I, II, IIa, III и др.) характеризуется тонкостенными сосудами с умеренной примесью песка или дресвы, полуяйцевидной формы, с округлым или округло-коническим дном; орнамент образуют правильные горизонтально-зональные узоры из ямок и оттисков торца какого-то инструмента, возможно косточки, а также гребенчатого штампа. Преобладает сплошной ямочный элемент. Иногда ямки образуют простые геометрические мотивы – розетки, фестоны и др. [Лобанова, 2004. С. 254–256, рис. 2: 1, 5]. В фазу II сосуды сохраняют прежние формы. Появляется органическая примесь в тесте. В орнаменте используются круглые ямки, оттиски веревочки, отступающие и прочерченные линии, гребенчатый штамп, редко отпечатки рыбьих позвонков. В юго-восточной Карелии и в некоторых других районах в этих комплексах встречается неолитическая каргопольская керамика. Характерен многорядный линейный зигзаг из ямок и гребенчатых линий (или отступающие веревочные и торцовые оттиски), покрывающий все тулово. На позднем этапе (конец IV – начало – первая – половина III тыс. до н. э.) ямочно-гребенчатая керамика отличается от предшествующей. Это крупные толстостенные горшки из грубого, плохо промешанного теста с обильной примесью дресвы или неотсортированного песка, иногда в тесто добавлялась органическая примесь. Форма их более разнообразна, имеются приостренные днища. Характерны расчесы на внутренней поверхности сосудов. Венчики утолщены, скошены внутрь, орнаментированы по срезу, иногда с пальцевыми вдавлениями. Орнамент состоит из рядов длинных и широких оттисков гребенчатого штампа и круглых ямок [Лобанова, 2004. С. 261–262].

Вопрос о финале культуры до конца не разработан, отмечается, что он может быть связан с появлением и широким распространением памятников с гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамикой, поскольку на позднем этапе отмечается появление толстостенных сосудов, орнаментированных круглыми, вытянутыми, ромбическими ямками, глубоким и длинным гребенчатым штампом [Лобанова, 1991. С. 102; 1996. С. 104].

Гребенчато-ямочная керамика выделена в отдельный культурный тип [Витенкова, 1996, 2002, 2009]. Согласно последним данным период ее существования – начало IV тыс. до н. э. – первая половина III тыс. до н. э. [Витенкова, 2009. С. 72]. Она распространена на значительной территории: в южной и средней частях Финляндии, в Карелии, Эстонии, Латвии, Литве и северной части Белоруссии, в Ленинградской, Новгородской, западной части Вологодской области. Геометрические узоры являются ее основным признаком. Происхождение ее связывается с керамикой сперрингс, которая зародилась на территории Финляндии, с некоторыми компонентами ямочно-гребенчатой [Витенкова, 2004. С. 18–19]. Все сосуды круглодонны, слабо- или непрофилированные. В орнаментации используются ямки различной

формы (круглые, овальные, прямоугольные, треугольные) и оттиски в основном гребенчатого штампа, а также торца палочки, веревочный, рамчатый и др. Характерны защипы на венчиках сосудов. Помимо геометрических узоров выделен орнамент из ямок (сплошь покрывает тулово), а также горизонтально-зональный (зоны из ямок чередуются с зонами из оттисков гребенчатого штампа). Отметим, что такой элемент орнамента, как ямки различной формы (круглые, овальные, прямоугольные и др.), фиксируется и на ромбоямочной керамике [Витенкова, 1996. С. 111–113, 157]. Вопрос разграничения комплексов гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики на одном поселении в одном слое с сосудами, украшенными овальными и другими ямками, остается неразработанным. А между тем последняя керамика в достаточном количестве представлена на памятниках позднего неолита, и проблема ее культурно-исторической идентификации весьма актуальна.

Вопрос о развитии орнамента на керамике неолита – начала энеолита на территории Карелии недостаточно разработан. Преобладание гребенчатых оттисков над ямками в орнаментации сосудов отмечено на позднем этапе развития ямочно-гребенчатой керамики на поселениях лесной зоны [Ставицкий, 2006. С. 311, рис. 2; С. 313, рис. 3]. Подобная тенденция характерна для поселений западного побережья Онежского озера.

Керамика, в орнаменте которой используются ромбические ямки, встречается на обширной территории, включающей районы Среднерусской и Валдайской возвышенности, бассейн р. Десны, берега озер Чудское, Ильмень, Белое, вплоть до верховьев Дона; на территории Карелии известна почти на 300 памятниках [Витенкова, 1988. С. 67–78; 2009. С. 74–75, рис. 1]. Коллекции некоторых опубликованы [Панкрушев, Журавлев, 1966; Савватеев, 1966, 1972; Журавлев, 1982, 1991; Витенкова, 1988, 1991; Косменко, 1992]. На поселениях она часто залегает в культурном слое совместно с гребенчато-ямочной. Принято относить гребенчато-ямочную керамику к эпохе позднего неолита, а ромбоямочную – к раннему энеолиту. В ряде случаев не исключают их одновременного существования [Витенкова, 2002. С. 8]. Для ромбоямочной керамики характерны преимущественно круглодонные непрофилированные полуяйцевидной формы сосуды; толщина стенок составляет 0,8–1 см, венчики имеют различную форму, чаще всего утолщены, скошены внутрь и орнаментированы по срезу, заметны следы обработки поверхностей. Орнамент выполнен с использованием ромбических и овальных ямок и оттисков, в основном, гребенчатого штампа. Ромбоямочная орнаментация считается заимствованной, поскольку она явно не соответствует общим закономерностям развития неолитической посуды на территории Карелии [Витенкова, 1996. С. 160]. Позднее [Витенкова, 2006. С. 154] высказано предположение об определенной культурной и этнической близости носителей этих типов керамики.

Ранее в развитии ромбоямочной керамики выделялись ранний вигайнаволокский и поздний пегремский периоды. К раннему отнесены поселения Вигайнаволок I, Войнаволок IX, Илекса I и др. Поздний пегремский этап характеризуют поселения Пегрема I, III, VII, Деревянное I и др.; в это время в керамике отмечается небрежность в изготовлении теста и в орнаментации, однообразие в украшении [Журавлев, 1979. С. 83]. Позднее данная периодизация представлена в виде таблицы, где обозначены формы сосудов и орнамент [Журавлев, 1991. С. 273], но сведения, как мне представляется, чрезмерно обобщены. Выделенные чистые комплексы ромбоямочной посуды включают сосуды, орнаментированные как круглыми, так и овальными ямками. Нет четких критериев между ранними и поздними этапами. Это замечание касается и выводов исследователя относительно материалов Вигайнаволока I – в действительности на поселении представлено несколько разновременных комплексов, а поздняя керамика также хронологически неоднородна.

Помимо прочего, на севере Карелии ромбоямочную керамику сменяет пористая гребенчато-ямочная, которая имеет ряд признаков, сближающих ее как с ямочно-гребенчатой, так и с ромбоямочной, что может свидетельствовать об их культурном единстве и технологической связи [Жульников, 2007. С. 102–103]. Таким образом, определение места гребенчато-ямочной и ромбоямочной посуды в культурно-хронологическом отношении на территории Карелии недостаточно изучено и требует дополнительного анализа керамических комплексов и обобщающего исследования, уточненных радиоуглеродных дат.

Относительно происхождения ромбоямочной керамики существуют разные точки зрения: по одной – она привнесена на территорию Карелии с юга, с территории Десны [Брюсов, 1947. С. 18], по другой – возникла на местной основе, является последовательным этапом развития неолитической ямочно-гребенчатой керамики [Панкрушев, 1978.

С. 47–49; Журавлев, 1991. С. 122]. Некоторые исследователи [Третьяков, 1972. С. 76] также относят элемент орнамента в виде ромбической ямки к поздним признакам развития ямочно-гребенчатой керамики.

Согласно последним данным, носители ромбоямочного орнамента проникли в Карелию одновременно или немного позже появления гребенчато-ямочной керамики с южных территорий, в частности с Подесенья, в результате потепления климата [Витенкова, 2009. С. 74]. Но насколько близки между собой карельская ромбоямочная и деснинская керамика, точно не установлено. По основным морфотипологическим и технико-технологическим признакам последняя схожа с керамикой территории Верхнего Дона. Имеются стратифицированные памятники, которые позволяют представить общую картину изменений в ее орнаментации. Один из них – Монастырщина 2-А [Фоломеев и др., 1990. С. 33–34]. Верхний ярус среднего слоя содержит ромбоямочную керамику двух разновидностей. Для первой характерна крупная правильных очертаний пирамидальная ямка с пирамидальным дном; для другой – ромбовидные ямки с овальным дном, иногда с оттиском веревочки или ткани внутри. В качестве примесей использованы минеральные отощители. Слой датируется серединой III тыс. до н. э. В верхнем слое стоянки широко распространены сосуды с гребенчатой орнаментацией, а также украшенные вдавлениями в виде вытянутого ромба и ямками с плоским рубчатым дном. Слой датирован второй половиной III – началом II тыс. до н. э. по аналогии с верхним слоем Долговской стоянки, где керамика (украшена крупными ромбоямочными отпечатками, с плоским рубчатым дном, и ромбоидальными вдавлениями, с овальным дном) залегала совместно с материалами энеолитического облика. Данный комплекс датируется концом III – началом II тыс. до н. э. [Левенок, 1965. С. 242, 245]. Следовательно, разница между ромбоямочной керамикой раннего и позднего облика сводится не к развитию орнамента, а к форме ромбической ямки и наличию примесей в глиняном тесте (в ранний период используется минеральная, в поздний – органическая примеси). Она однообразна, фрагментарна и плохо «читаема». На территории Карелии ситуация противоположная. Ромбоямочная керамика многочисленна, хорошей сохранности. Вариабельность орнамента также один из основных ее признаков. Форма ямок также различна: на деснинской керамике они четкие, граненые, на карельской – менее четкие. Эти наблюдения отмечены были и ранее другими исследователями [Фосс, 1952. С. 142, 161–162; Розенфельдт, 1959. С. 100; Гурина, 1961. С. 79; Полякова, 1970. С. 98]. Одним из важных отличий между деснинской и карельской ромбоямочной керамикой является отсутствие у первой негативов от ямок, которые остаются на внутренней поверхности сосуда, для нее характерны «жемчужины» – негативы на внешней поверхности, которые специально оставлялись от одного ряда крупных овальных ямок, в основном, по бордюрной зоне сосудов [Козмирчук, 1999. С. 34]. Следовательно, можно говорить о различной технике нанесения орнамента.

Существуют другие мнения по вопросу генезиса ромбоямочной керамики. В. В. Сидоровым [1986. С. 17; 1995. С. 76–77] замечено, что в западной части льяловского ареала ямочно-гребенчатой керамики влияние деснинского неолита практически отсутствует, единично встречаются сосуды наиболее поздних типов, что свидетельствует об избирательности связей, т. е. с очень ограниченной частью населения льяловской культуры. Он считает, что последние следы ромбоямочной керамики в Волго-Окском междуречье обрываются не позднее 2750 г. до н. э., появление такой же керамики в Карелии связано с вытеснением (возможно, здесь уместнее говорить о продвижении) западного варианта льяловской культуры по р. Шексне на Кубенское озеро, с перевалом у оз. Белого в Онегу через оз. Воже и Лача – по древнему стоку Пра-Волги. По его мнению, нет достаточных оснований связывать генезис ромбоямочной керамики ни с Подмосковьем, ни с Карелией. В Волго-Окском бассейне она вытесняется гребенчатой керамикой валдайского типа с участием носителей лапчатой керамики. Тогда миграции в Карелию могли происходить не только из западного Подмосковья, но и непосредственно с Десны.

Актуальность проблемы происхождения ромбоямочной керамики в Карелии требует детального сравнительного анализа с керамикой других областей, в орнаментации которой имеется такой же элемент. Особого внимания заслуживает вопрос об их культурных связях. Опубликованные материалы не дают возможности такого анализа в полном объеме. На примере изучения керамики неолита – раннего энеолита памятников западного побережья Онежского озера есть основания согласиться с теми исследователями, которые подчеркивали многообразие ромбоямочной керамики Карелии и связывали ее возникновение с местной основой [Гурина, 1961. С. 48; Панкрушев, 1978. С. 47–48; Журавлев, 1979].

На первый взгляд кажется вполне обоснованным мнение о появлении ромбического орнамента под влиянием определенной идеи с южных территорий, в частности, с Подесенья, но механизм влияния непонятен. Данное утверждение оправдывается более ранним временем существования деснинских поселений по сравнению с карельскими. Но даже по опубликованным материалам [Смирнов, 1991] видно, что посуда этих двух регионов имеет ряд весьма существенных различий. Морфологические (форма сосудов) и технологические (состав формовочной массы, орнамент) признаки ямочно-гребенчатой позднего этапа развития и ромбоямочной посуды карельских памятников совпадают [Хорошун, 2008а, б]. Если бы импульс с территории Десны был значительным (т. е. обусловлен миграцией и последующей ассимиляцией местного населения), изменения коснулись бы и других сторон материальной культуры, например, индустрии камня. Но в имеющихся материалах изменения не фиксируются. В ромбоямочной керамике памятников западного побережья Онежского озера отмечаются единичные схожие черты с керамикой Подесенья, прежде всего, в форме ямок, но штампы, которыми выполнялся рисунок, вероятно, различны: рисунок на деснинских сосудах довольно небрежный, ромб частый и очертания его грубые. Различны и формы венчиков, иной состав формовочной массы: на поселениях Карелии она включает глину, дресву или кварцевую крошку, возможен органический раствор [Хорошун, 2008в, 2009а]; для керамики Подесенья характерен помет птиц, иногда шамот. Важные отличия наблюдаются в характере орнаментиров. Известно, что в большинстве случаев для нанесения разных орнаментов использовались инструменты с разной рабочей частью. Для ромбоямочной керамики Подесенья часто ромбический отпечаток наносился инструментом с квадратной в горизонтальном сечении, пирамидальной рабочей частью, а ромб получался благодаря наклону этого инструмента при нанесении [Волкова, 1990. С. 42–43]. При изучении отпечатков ромбоямочной керамики территории Карелии замечено, что ромбическая ямка получалась от инструмента с рабочим краем подовальной формы. При этом инструмент, вероятнее всего, имел несколько рабочих краев. Одним из общих признаков является зубчатость отпечатка, которая получила широкое распространение на территории Десны. На территории Карелии этот элемент орнамента широко не применялся.

Четкие критерии расчленения гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики на многокомплексных поселениях Карелии до конца не разработаны. На памятниках западного побережья Онежского озера это различие выражено в безусловном преобладании ромбоямочной керамики и в системе орнаментации. Но у определенного ее числа оттиски гребенки также занимают доминирующее положение, отмечены геометрические узоры. Собственно гребенчато-ямочной посуды на исследуемой территории немного. По составу глиняного теста она практически идентична ромбоямочной: грубое, довольно рыхлое тесто с примесью кварцевой крошки, песка или дресвы, органической примеси, сосуды тоже толстостенны. Причем характер примесей на одновременной керамике отдельных поселений не постоянен [Витенкова, 2002. С. 91 92]. Имеются и другие общие признаки: использование защипов венчика, многообразие схожих форм венчиков, заглаживание поверхностей, схожий химический и минералогический составы глиняного теста. Все эти данные могут свидетельствовать о принадлежности гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики к единому культурному типу на разных этапах его существования; определяющее значение имела технология изготовления и техника нанесения орнамента.

До сих пор вопросы происхождения ромбоямочной керамики и времени ее существования на территории Карелии рассматриваются в контексте изучения ямочно-гребенчатой и гребенчато-ямочной керамики и остаются открытыми. Делаются попытки выяснения характера их взаимосвязей и сосуществования, но в полной мере связанная с ними проблематика остается не изученной в должной мере. Анализ керамических комплексов памятников западного побережья Онежского озера – новый этап в изучении смешанных комплексов и в выяснении вопросов взаимоотношений носителей неолитической ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и раннеэнеолитической ромбоямочной керамики. Данная группа поселений является важным источником при изучении культур неолита – энеолита Карелии. На этом участке известно 107 археологических памятников всех эпох – от мезолита до Средневековья. Из них 43 содержат комплексы ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики, материалы которых использованы в качестве основных источников исследования [Хорошун, 2009в]. К особо важным источникам относится керамика разнокультурных комплексов, анализ которой позволил выделить культурноопределяющие признаки, как морфо-

типологические, так и технологические, в том числе и орнаментальные. В этом районе в 1950–1960-х гг. исследованы эталонные, базовые многокомплексные поселения среднего неолита – раннего энеолита, материалы некоторых из них частично опубликованы [Гурина, 1961; Панкрушев, Журавлев, 1966]. Среди памятников исследуемого периода в этом районе особо следует выделить Вигайнаволок I. Поселение отличается от остальных значительной исследованной площадью, в пределах которой выявлены неолитические и энеолитические жилища [Хорошун, 2009б]. Коллекция инвентаря многочисленна и содержательна – более 25 тыс. фрагментов керамики и 7 тыс. предметов из камня, глины, металла. Хотя раскопки проводились на Вигайнаволоке I в 1960-е гг. (что объясняет недостаточно разработанную методику исследовательских работ на многокомплексных поселениях) и несмотря на то что материал четко не стратифицирован и фрагментарен, памятник не утратил своей ценности и остается опорным поселением в ряду объектов неолита – раннего энеолита Карелии.

В результате сравнительно-типологического анализа керамики Вигайнаволока I выявлен комплекс общих признаков в технологии изготовления и орнаментации между разными культурными типами керамики (ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной, ромбоямочной). В рецептах приготовления формовочных масс сохраняется применение в качестве основного компонента глины, а для отощителя – дресвы, кварцевой крошки или песка, а также органического раствора [Хорошун, 2008в, 2009а]. Строительным элементом при изготовлении сосудов на протяжении всего времени существования поселения были ленты. Керамику позднего этапа развития ямочно-гребенчатой керамики, гребенчато-ямочной и ромбоямочной отличают крупные размеры сосудов (диаметр верхнего края 35–55 см), толстостенность (0,8–1,4 см). Для всех типов керамики характерна орнаментация, выполненная как ямками, так и гребенчатым (в основном) штампом, т. е. ямочно-гребенчатая система орнаментирования. Выделены два вида орнамента: простой (сплошной без выделения зон и горизонтально-зональный) и сложный с геометрическими рисунками, которые характерны для ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и ромбоямочной керамики [Витенкова, 1996. С. 113, 157; Лобанова, 1996. С. 93], в том числе и для керамики исследуемого района.

Керамика с орнаментом первого вида количественно преобладает над керамикой второго. Следует отметить, что реконструкция орнаментов в полном объеме (на целых сосудах) не всегда возможна, в особенности, если это не сделано своевременно, приходится оперировать неполными данными. Негативы от ямок свидетельствуют также о единой технике нанесения орнамента на этих типах керамики. Хронологическими показателями при данных обстоятельствах могут служить элементы орнамента: ямки различной формы (круглые на раннем этапе, овальные, прямоугольные, ромбические – на позднем) и некоторые штампы (рамчатый, лунный, костный, веревочный и прочие), а также гофрированность венчиков, как признак декорирования верхнего края сосудов. Согласно формам в массиве всей керамики выделено четыре типа: 1 – с прямосрезанными, нерасширенными венчиками; 2 – со скошенными внутрь верхними краями венчиков; 3 – с прямосрезанными расширенными венчиками; 4 – со срезанными с обеих сторон, остроугольными венчиками. Внутри типов намечаются варианты (промежуточные формы венчиков, всего 12).

Комплексный анализ позволил наметить ряд важных общих признаков для разновременных типов керамики, что может свидетельствовать об их единстве и преемственности в развитии. На основе этого предлагается рассматривать гребенчато-ямочную керамику позднего неолита и ромбоямочную раннего энеолита как последовательные фазы развития неолитической ямочно-гребенчатой керамики [Хорошун, 2008а, б]. По результатам сравнительно-типологического анализа выделены хронологические этапы ее эволюции.

Первый этап согласуется со временем существования ямочно-гребенчатой керамики по установленным датам ^{14}C: 5950 ± 100 (ТА-1648, Черная Речка I), 5420 ± 100 (ТА-2203, Черная Речка II) и др. (конец V – первая половина – середина IV тыс. до н. э.), характеризуется тонкостенной керамикой типов 1–3, орнаментированной круглыми ямками и оттисками различных штампов (гладкого, гребенчатого, зубчатого, веревочного); в это время в орнаменте впервые появляются овальные и ромбические ямки, которые носят подчиненный характер.

Второй этап, если принять во внимание известные даты по ^{14}C 4950 ± 100 (Черная Губа III), 4580 ± 60 (Черная Губа IV), может быть связан с серединой IV – началом III тыс. до н. э. К этому времени отнесена преимущественно толстостенная керамика типов 2–4, орнаментированная круглыми ямками и, в основном, оттисками гребенчатого (преобладает), гладкого, рамчатого штампов. С предыдущим этапом сходство в формах венчиков (типы 2 и 3),

наличии гофрированных венчиков, в элементах орнамента, в том числе в использовании овальных и ромбических ямок на одном сосуде. К этой группе отнесена гребенчато-ямочная керамика, орнаментированная преимущественно оттисками гребенчатых штампов; она, вероятно, возникла немногим позднее, в конце этапа, и отражает поступательное развитие орнаментации.

Если учесть новую и наиболее надежную из всех дату по ^{14}C поселения Вигайнаволок I – 4940 ± 30 BP (KIA-33930, по нагару с фрагмента керамики), то третий этап можно датировать от рубежа IV–III вплоть до середины III тыс. до н. э. Это время толстостенной керамики типов 2–4, орнаментированной овальными и прямоугольными ямками и, в основном, гребенчатым штампом. Со вторым этапом прослеживается сходство в формах венчиков (типы 2–4 и их варианты), наличии гофрированных венчиков, а также в элементах орнамента – использование на одном сосуде разных ямок.

Четвертый этап характеризуется господством ромбоямочной керамики. Это в основном толстостенные сосуды типов 2–4, орнаментированные ромбическими ямками в сочетании с гребенчатым (чаще) и гладким штампами. Время ее существования охватывает середину – вторую половину III тыс. до н. э., что не противоречит датам по ^{14}C некоторых поселений на территории Карелии – 4840 ± 50 (Beta-117963, Оровнаволок XVI), 4725 ± 30 BP (KIA-33931, Вигайнаволок I), 4240 ± 90 (ТА-813, Пегрема III). С предыдущими двумя этапами ее объединяет использование в орнаменте разных ямок, схожих форм венчиков, гофрированность верхнего края сосудов.

Хронологическим показателем в орнаментации может служить, наряду с элементами орнамента, также техника их нанесения. Довольно привычные для ямочно-гребенчатой керамики оттиски гребенчатого и гладкого штампа могли наноситься разными рабочими краями одного инструмента; их появление фиксируется в довольно ранних ее комплексах, и они же занимают лидирующие позиции на всех этапах ее развития. Менее распространены позвонковый, рамчатый, веревочный и некоторые другие штампы.

Изучение керамических комплексов поселений на западном побережье Онежского озера показало преемственность и последовательность в их существовании на базе ямочно-гребенчатой керамики, которая проходит несколько крупных этапов – от ранней ямочно-гребенчатой к гребенчато-ямочной, затем – к ромбоямочной и, возможно, к асбестовой. Результаты данного исследования подводят к мысли, что эволюция исходной ямочно-гребенчатой керамики, появившейся на территории Карелии, вероятнее всего, в результате миграции из Волго-Окского междуречья в конце V тыс. до н. э. ее носителей, является следствием внутренних процессов в сформировавшейся культурной общности. Это нашло отражение в использовании при орнаментации новых элементов – круглых, овальных, а затем ромбических ямок при сохранении гребенчатых штампов, стиля орнаментации в целом и технологической традиции в керамическом производстве вплоть до появления асбестовой керамики в середине III тыс. до н. э.

Литература

Археология Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1996. 415 с.

Брюсов А. Я. Археологические памятники III–I тыс. до нашей эры в Карело-Финской ССР // Археологический сборник. Петрозаводск, 1947. С. 8 34.

Витенкова И. Ф. Поселения с развитой ямочно-гребенчатой и ромбоямочной керамикой // Поселения древней Карелии. Петрозаводск, 1988. С. 67–78.

Витенкова И. Ф. Энеолит. Ранний период. Культура ромбоямочной керамики // Археология Карелии. Петрозаводск, 1996. С. 151–173.

Витенкова И. Ф. Памятники позднего неолита на территории Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2002. 183 с.

Витенкова И. Ф. Поздний неолит Карелии (памятники с гребенчато-ямочной керамикой): Автореф. дис. …канд. ист. наук. СПб., 2004. 21 с.

Витенкова И. Ф. Об этнической принадлежности населения Карелии в период позднего неолита – энеолита // Проблемы этнокультурной истории населения Карелии (мезолит – Средневековье). Петрозаводск, 2006. С. 138–157.

Витенкова И. Ф. Адаптация населения позднего неолита и энеолита к природным условиям Карелии // Адаптация культуры населения Карелии к особенностям местной природной среды периодов мезолита – Средневековья. Петрозаводск, 2009. С. 69–97.

Волкова Е. В. Культурная традиция в гончарстве неолита: по материалам деснинской экспедиции // Проблемы теории и методики в современной археологической науке. КСИА. № 201. 1990. С. 39–48.

Гурина Н. Н. Древняя история Северо-запада Европейской части СССР // МИА. 1961. № 87. 588 с.

Жульников А. М. Памятники с керамикой типа Залавруга I в Прибеломорье и некоторые вопросы изучения Беломорских петроглифов // Кольский сборник. СПб., 2007. С. 102–137.

Журавлев А. П. Энеолитический этап в карельской археологической культуре и проблема его датировки // КСИА. 1979. № 157. С. 82–86.

Журавлев А. П. Илекса I // Поселения каменного века и раннего металла в Карелии. Петрозаводск, 1982. С. 108–118.

Журавлев А. П. Пегрема (поселения эпохи энеолита). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1991. 205 с.

Козмирчук И. А. Стоянка финального этапа неолитической эпохи у с. Писарево в Липецкой области (по результатам исследований 1995 года) // Проблемы археологии бассейна Дона. Воронеж, 1999. С. 31–43.

Косменко М. Г. Многослойные поселения южной Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1992. 222 с.

Левенок В. П. Долговская стоянка и ее значение для периодизации неолита на Верхнем Дону // МИА. 1965. № 131. С. 55–84.

Лобанова Н. В. Неолитические памятники с ямочно-гребенчатой керамикой на территории Карелии: Автореф. дис. ...канд. ист. наук. М., 1986. 23 с.

Лобанова Н. В. Культурно-территориальное членение и периодизация неолитических памятников с ямочно-гребенчатой орнаментацией керамики // Хронология и периодизация археологических памятников Карелии. Петрозаводск, 1991. С. 85–103.

Лобанова Н. В. Неолит. Культура ямочно-гребенчатой керамики // Археология Карелии. Петрозаводск, 1996. С. 81–104.

Лобанова Н. В. Хронология и периодизация памятников с ямочно-гребенчатой керамикой на территории Карелии // Проблемы хронологии и этнокультурных взаимодействий в неолите Евразии. СПб., 2004. С. 253–264.

Лобанова Н. В. Проблемы этнокультурной истории эпохи неолита в Карелии // Проблемы этнокультурной истории населения Карелии (мезолит – Средневековье). Петрозаводск, 2006. С. 112–137.

Лобанова Н. В. Адаптационные процессы в культуре населения эпохи неолита Карелии // Адаптация культуры населения Карелии к особенностям местной природной среды периодов мезолита – Средневековья. Петрозаводск, 2009. С. 44–68.

Панкрушев Г. А. Мезолит и неолит Карелии. Ч. 2: Неолит. Л.: Наука, 1978. 163 с.

Панкрушев Г. А., Журавлев А. П. Стоянка Вигайнаволок I // Новые памятники истории древней Карелии. М.; Л., 1966. С. 152–172.

Полякова Г. Ф. Племена белевской культуры // Окский бассейн в эпоху камня и бронзы. М., 1970. С. 79–98.

Розенфельдт И. Г. К вопросу о связях древнего населения бассейнов рек Десны и Оки в конце III – начале II тыс. до н. э. // КСИМК. Вып. 75. 1959. С. 92–102.

Савватеев Ю. А. Древние поселения в верховьях реки Суны // Новые памятники истории древней Карелии. М.; Л., 1966. С. 119–121.

Савватеев Ю. А. Неолитические поселения в низовье р. Выг // Археологические исследования в Карелии. Л., 1972. С. 52–90.

Сидоров В. В. Льяловская культура в западной части Волго-Окского междуречья: Автореф. дис. ...канд. ист. наук. М., 1986. 22 с.

Сидоров В. В. Неолит Десны и Волго-Окского бассейна // РА. 1995. № 1. С. 71–80.

Смирнов А. С. Неолит верхней и средней Десны. М.: Наука, 1991. 144 с.

Ставицкий В. В. Ямочно-гребенчатая керамика лесостепной зоны // ТАС. Вып. 6, т. 1. Тверь, 2006. С. 307–315.

Третьяков В. Н. Культура ямочно-гребенчатой керамики в лесной полосе европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. 136 с.

Филатова В. Ф., Хорошун Т. А. Культурно-хронологическая атрибуция каменного инвентаря поселения Вигайнаволок I // РА. 2009. № 2. С. 30–43.

Фоломеев Б. А., Александровский А. Л., Гласко М. П. и др. Древние поселения и природная среда приустьевой части Непряды // Куликово поле. Материалы и исследования. ТрГИМ. 1990. № 3. С. 33–34.

Фосс М. Е. Древнейшая история Севера Европейской части СССР // МИА. 1952. № 29. 280 с.

Хорошун Т. А. Комплексы ромбоямочной керамики эталонных памятников на западном побережье Онежского озера (к вопросу культурной принадлежности) // Труды II (XVIII) Археологического съезда в Суздале. Т. 1. М., 2008а. С. 271–273.

Хорошун Т. А. Отражение культурных процессов в керамических комплексах позднего неолита – раннего энеолита Карелии // I Всерос. молодежная науч. конф. «Молодежь и наука на Севере». Материалы докладов. Т. III. Сыктывкар, 2008б. С. 51–52.

Хорошун Т. А. Физико-химическое исследование неолитической керамики южной Карелии // Вестник Поморского университета. № 3. Архангельск, 2008в. С. 100–103.

Хорошун Т. А. К вопросу использования местных ресурсов для изготовления древней глиняной посуды (развитый неолит – энеолит) // Адаптация культуры населения Карелии к особенностям местной природной среды периодов мезолита – Средневековья. Гуманитарные исследования. Вып. 4. Петрозаводск, 2009а. С. 98–110.

Хорошун Т. А. К вопросу о жилищах эпохи неолита – раннего энеолита в бассейне Онежского озера // Взаимодействие и хронология культур мезолита и неолита Восточной Европы. СПб., 2009б. С. 89–91.

Хорошун Т. А. Памятники с ямочно-гребенчатой и ромбоямочной керамикой западного побережья Онежского озера // ТАС. Вып. 7. Тверь, 2009в. С. 269–274.

Список сокращений

ИЯЛИ КарНЦ РАН – Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра Российской академии наук. Петрозаводск

КСИА – Краткие сообщения Института археологии. М.; Л.

КСИИМК – Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института истории материальной культуры. М.; Л.

МИА – Материалы и исследования по археологии СССР. М.; Л.

РА – Российская археология. М.

ТАС – Тверской археологический сборник. Тверь

Тр. ГИМ – Труды Государственного исторического музея. М.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Хорошун Татьяна Анатольевна
младший научный сотрудник сектора археологии
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: tattya@list.ru
тел.: (8142) 781886

Khoroshun, Tatiana
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: tattya@list.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 133–138

УДК 347.2 (093) (470.22)

ИМУЩЕСТВЕННЫЕ ПРАВА КАРЕЛЬСКОЙ КРЕСТЬЯНКИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА: ТРАДИЦИЯ, ЗАКОН И ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА (ПО МАТЕРИАЛАМ ОЛОНЕЦКОЙ ГУБЕРНИИ)*

Ю. В. Литвин

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В статье рассматривается имущественное положение карельской крестьянки во второй половине XIX – начале XX в. в соответствии с законодательными актами и нормами обычного права. На основе архивных материалов анализируются конкретные жизненные ситуации, характеризующие уровень правовой культуры и правового самосознания крестьянской женщины Олонецкой губернии. Показана готовность и способность сельских женщин отстаивать свои права.

Ключевые слова: история Карелии, обычное право, правовое положение крестьянки, конфликты.

Yu. V. Litvin. PROPERTY RIGHTS OF KARELIAN PEASANT WOMAN IN THE SECOND HALF OF THE 19th – EARLY 20th CENTURIES: TRADITION AND THE LAW (MATERIALS FROM THE OLONETS PROVINCE)

The paper deals with the property status of the Karelian peasant woman in the second half of the 19th – early 20th century according to the legislation and customary law. Based on archival materials we analyze particular life situations that characterize the level of legal culture and legal consciousness of the peasant women in the Olonets Province. We try to show the willingness and ability of rural women to assert their rights.

Key words: history of Karelia, customary law, legal status of countrywoman, conflicts in village.

Важнейшей ячейкой крестьянского общества являлась семья – социальная и хозяйственная единица, имевшая свои нравственные устои и традиции, строгую иерархическую структуру. Место и роль женщины – жены, матери, дочери – были четко определены. Тем не менее нормативный канон, традиционные стереотипы могли нарушаться и корректироваться в зависимости от конкретной ситуации. В данной статье мы обратимся к имущественному положению карельской крестьянки во второй половине XIX – начале XX в., которое регулировалось как законодательством, так и нормами обычного права, а также рассмотрим некоторые конкретные повседневные практики в жизни крестьянских семей, где главными участницами выступали женщины.

* Статья подготовлена при поддержке программы фундаментальных исследований Отделения историко-филологических наук РАН «Исторический опыт социальных трансформаций и конфликтов».

Границы между сферой применения обычного права и «буквы закона» не всегда четко просматриваются. Кроме того, по мере совершенствования официального законодательства сфера его применения постепенно расширялась, сужая границы привычной формы регулирования поведения «традиционного человека». Разделительные линии довольно сложной конфигурации имелись также между правовыми нормами и их применением на практике.

Литература по истории обычного права российской деревни обширна. Среди ведущих исследователей в этой области следует назвать Д. Я. Самоквасова, Н. П. Загоскина, И. Тютрюмова, К. Д. Кавелина, А. Ефименко и П. Ефименко [Безгин, 2004. С. 11–12]. Ряд правоведов и этнографов сосредоточились на изучении «женского» аспекта данной темы [Соколовский, 1867; Савельев, 1878; Харламов, 1880; Ефименко, 1884; Лудмер, 1885 и др.]. Суждения дореволюционных авторов относительно реального имущественного положения русской крестьянки во второй половине XIX в. разнились. С одной стороны, широко распространенным было мнение о «забитости» крестьянки и ее правовой недееспособности. В частности, А. Лудмер, имевший опыт работы мировым судьей, отмечал, что в имущественных спорах женщина совершенно беззащитна, поскольку такого рода дела принадлежали ведению сельских и волостных сходов [Лудмер, 1885. С. 522]. Н. Соколовский связывал сохранение подобного положения вещей с низкой юридической грамотностью женщин: «недостаточность, например, юридического образования женщины заставляет ее играть самую жалкую роль, часто вследствие этого она становится орудием в руках первого негодяя» [Соколовский, 1867. С. 58]. А. П. Щапов, И. Н. Харламов и другие сторонники либерально-народнической теории придерживались иной позиции, согласно которой личные и имущественные права крестьян определялись не половой принадлежностью, а степенью участия в хозяйственной жизни семьи. Община, как им казалось, проводила принцип равноправия во всех сферах жизни по той причине, что женщина была активной участницей трудового процесса [Харламов, 1880. С. 83–84].

В советское время разработкой вопросов, связанных с народными правовыми воззрениями, занимались, главным образом, П. Н. Зырянов и А. А. Александров [Шатковская, 2000. С. 97]. Правовой статус крестьянки рассматривался сквозь призму заданных классиками марксизма положений о приниженности и угнетенности женщины. Однако работы Н. А. Миненко и И. И. Милоголовой показали ее крепкое имущественное положение в семье [Пушкарева, 2007. С. 37–38]. Правовой статус крестьянской женщины продолжает находиться в исследовательском фокусе [Милоголова, 1995; Пушкарева, 2001; Гончаров, 2002; Нижник, 2006], в том числе и на региональном уровне [Фадеева, 2006; Нуждина, 2008; Сушкова, 2010 и др.]. Все авторы подчеркивают высокий имущественный статус крестьянки, возраставший по мере укрепления позиций малой семьи. Определенное влияние на ситуацию оказывали те представители местной администрации, которые находилась под влиянием либеральных идей [Миронов, 2003. С. 244].

Начало изучения норм обычного права в карельской деревне было положено статьями А. Я. Колясникова и А. Я. Ефименко. Если первый автор изучал правовые обычаи олонецких карелов, то А. Ефименко объектом исследования избрала карелов Архангельской губернии [Колясников, 1877; Ефименко, 1878]. Некоторые сведения по этой теме содержатся также в статьях других авторов [Камкин, 1880; Георгиевский, 1888; Из быта и верований карел…, 1892; Никольский, 1916; Ладвинский (архив РГО) и др.] и в публицистических очерках конца XIX – начала XX в. [Круковский, 1904; Inha, 1911; Оленев, 1917]. Из последних работ, посвященных соотношению традиции и закона в повседневной жизни крестьянства, следует назвать сборник «Восточная Финляндия и Российская Карелия: традиции и закон в жизни карел» [2005].

Источниковую базу нашего исследования составили, прежде всего, Свод законов Российской империи, нормы обычного права, зафиксированные в дореволюционных статьях и очерках, а также документы, отложившиеся в фондах земских начальников, волостных правлений, земских уездных судов и хранящиеся в Национальном архиве Республики Карелия. Большая часть использованных в статье материалов была почерпнута из фондов земских начальников Петрозаводского уезда, что объясняется лучшей наполненностью данных фондов. Фонды земских органов Олонецкого и Повенецкого уездов отличаются небольшими объемами и малой информативностью по интересующей нас тематике.

Под имуществом в дореволюционном праве понимались объекты материального мира, которые состояли в гражданском обороте и представляли собой какую-либо ценность [Алексеев, 2007. С. 19]. Российское законодательство устанавливало полную раздельность имущества супругов. Приданое жены и

все имущество, приобретенное ею во время брака путем купли, дарения, наследования, признавалось отдельной ее собственностью [Свод законов, т. X. Ст. 110]. Распоряжаться имуществом жены муж мог не иначе, как «по законной на сие договоренности» [Свод законов, т. X. Ст. 115].

А. Ефименко и А. Колясников рассматривали имущественные отношения в связи с нормами обычного права, господствовавшими в селениях Олонецкой и Архангельской Карелии. Согласно их исследованиям, власть и право распоряжения имуществом после смерти главы рода переходила к старшему его брату. Незамужние дочери получали только приданое. Остальное имущество по смерти родителей переходило к сыновьям [Колясников, 1877. С. 55]. Нередкими были случаи, что дети после смерти отца «разделялись», и мать также принимала участие в разделе: она получала часть движимого имущества (например, корову и некоторые вещи), также две или три меры хлеба [Ефименко, 1878. С. 118].

По «Положению» 19 февраля 1861 г. вопрос о семейных разделах находился в ведении сельского схода. Число семейных разделов, согласно официальной статистике, было невелико. В Кондопожской волости за 10 лет, с 1874 по 1883 г., было совершено всего 76 разделов, т. е. в среднем 7,6 раздела за год, притом что общее число крестьянских семей составляло 840 в 1874 г. и 916 в 1883 г. [НА РК, ф. 151, оп. 1, д. 21/43, л. 3об.–4]. В других волостях ситуация была похожей. Реальное же число семей, решившихся разделиться, было гораздо больше, но официальное оформление раздела совершалось редко, иногда спустя значительный промежуток времени после фактического раздела.

По наблюдениям современников, частой причиной раздела в большой семье были ссоры между невесткой и свекровью. А. Ефименко, на основании анализа дел волостных судов, пришла к выводу, что большая часть жалоб, поступавших от женщин из больших семей, были не против мужа, а, главным образом, против свекрови [Ефименко, 1884. С. 110]. В. Гурвич писал, что с появлением в неразделенной семье невестки, которая «почему-то не поладила со свекровью», начинались конфликты и «травля на невестку» [Гурвич, 1903. С. 3]. Ф. Ладвинский, исследовавший быт карелов Паданского уезда, указывал на неоднократные случаи, когда «невестки выходили из повиновения своим свекровям» [Ладвинский. Л. 20–20об.]. При этом Н. Камкин отмечал, что во взаимоотношениях невестки и свекрови в карельских семьях «гораздо больше простоты и человечности, чем в русских семьях» [Камкин, 1880. С. 665]. Установление причин семейного раздела по архивным документам нередко осложняется расплывчатостью формулировок, например: «теснота в доме и семейный раздор и многочисленность семьи» [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 3/113, л. 3]; «по случаю семейных неприятностей» [НА РК, ф. 151, оп. 1, д. 65/3, л. 40–40об.], «по неполадкам в семействе» [НА РК, ф. 151, оп. 1, д. 25/13, л. 5] и т. д. Отчасти это объясняется традиционным для крестьян стремлением «не выносить сор из избы». В первой половине XIX в. уездный исправник Олонецкого уезда называл семейный быт карелов «благородным», а если случались семейные распри, «то всячески они скрываются от посторонней любознательности» [История Карелии..., 2000. С. 152]. Судя по изученным нами документам, практика разделения больших семей по причине «неуживчивости женщин», безусловно, имела место, однако назвать данное явление повсеместным сложно – в большинстве случаев истцами выступали отец с сыном или братья в связи с женитьбой или смертью одного из членов семьи, а также в связи с нежеланием делить поровну подати при различном трудовом вкладе членов большой семьи.

Ходатайства крестьянок о нарушении их имущественных прав были направлены против родственников мужа, односельчан и должностных лиц. Например, вдова Лукерья Симонова из дер. Суйсарь после смерти мужа с малолетним сыном в течение 15 лет жила «в людях». Когда ребенок подрос, она возвратилась в деревню с целью поднять хозяйство с помощью сына. Но оказалось, что ее землю занял брат покойного супруга – Василий Алексеев Симонов: «Так, например, он на моей земле посадил картофель, а у деверя построен, между тем, дом на новом месте и в план внесен» [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 10/539, л. 1]. После сельского схода 18 мая 1897 г. право владения землей и огородом подтвердил сельский староста, однако Василий Симонов продолжал засевать землю Лукерьи. Повторный сельский сход вновь признал законное право на владение землей вдовой Симоновой.

В дер. Погостской Сямозерской волости крестьяне Григорий и Иван Чаккиевы «самовольно и самоуправством» завладели землей вдовы Марфы Волковой и ее дочери Марии. В прошении, поданном крестьянской девицей Волковой земскому начальнику, было сказано, что с пахотной земли Чаккиевы ежегодно полу-

чали 3000 снопов ржи и 50 возов сена за лето, не уплачивая подати. Петрозаводское уездное по крестьянским делам присутствие обязало вернуть землю Волковым, однако сельские старосты Бомбин и Малосовкин не исполняли постановление. Вторично обратившись к земскому начальнику, Мария Волкова добилась от Чаккиева согласия на передачу земли в ее с дочерью владение [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 7/307, л. 1].

В большинстве имущественных споров истицами выступали вдовы, как одна из самых слабозащищенных категорий в крестьянском сообществе. При отсутствии сыновей, они часто были вынуждены самостоятельно отстаивать свои интересы. В 1863 г. крестьянская вдова дер. Юккогуба Богоявленской волости Мария Леонтьева подала прошение на имя императора с требованием о взыскании долга 20 руб. серебром с крестьянина Михея Леонтьева. Обращение возымело действие, но поскольку у ответчика оказалась только половина названной суммы, его посадили под арест в повенецкую городскую тюрьму. На предложение станового пристава Марии Леонтьевой принять половину долга, крестьянка ответила отказом, желая получить всю сумму сразу хлебом. При всем этом семья ответчика находилась в бедственном состоянии и, по словам жены Ивана Леонтьева, она «с трудом пропитывает себя и пятерых несовершеннолетних детей» [НА РК, ф. 234, оп. 1, д. 7/54, л. 3–5, 13, 17].

И нормы обычного права, и законодательство признавали приданое неприкосновенным имуществом жены [Ефименко, 1878. С. 109; Свод законов, т. X. Ст. 110, 115, 1150]. Остаться в семье мужа приданое могло только в том случае, если после смерти супруги оставалась дочь; в других случаях имущество возвращалось родителям умершей [Ефименко, 1878. С. 109]. В редких случаях, когда муж был неспособен оплатить долги, он пытался откупиться приданым супруги. Так, крестьянка дер. Часовенской Сямозерской волости Меланья Туппоева опасалась, что за недоимки по уплате податей она может лишиться приданной коровы, «которая не должна бы считаться собственностью мужа» [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 9/454, л. 1]. Крестьянка же дер. Спасская Губа Спасопреображенской волости Дина Ураева действительно лишилась своего приданного самовара, отданного за долги свекра Афанасия Ураева. При составлении ходатайства земскому начальнику, крестьянка подробно описала свои права на приданное имущество и потребовала его возврата. Но, поскольку заявление о том, что самовар – это ее приданое, поступило после составления описи имущества, прошение крестьянки было отклонено [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 26/1206, л. 2–2об.].

Нередко крестьянки жаловались на должностных лиц. Прошения были самые разнообразные – на «неправильные» семейные разделы, на задержку или отказ в выдаче паспорта, на грубость и произвол со стороны должностных лиц [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 5/220, 7/307, 7/358 и др.]. Из дер. Сопохи Спасопреображенской волости в 1894 г. на имя земского начальника поступило заявление крестьянки Лукерьи Митрофановой о «неправильных действиях» волостного старшины Лазарева и сельского старосты Мячкина. По словам заявительницы, они вызвали ее на сход и приказали расписаться в документе, не ознакомив с его содержимым. После просьбы объяснить, в чем суть бумаги, старшина «крикнул при всем сельском сходе, что я не должен читать тебе, сволочи» [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 3/82, л. 2об.]. В 1904 г. в адрес земского начальника поступила жалоба крестьянки дер. Чалкой-сельга Сямозерской волости Лукерьи Михайловны Гюбей на сельского старосту Бомбина, который, по ее словам, «после схода стал пьянствовать, а 2-го числа апреля... меня затеснил Бомбин отворить подвал угрозой, что „я ломаю дверь“, где у меня находился [Исправлено. В тексте – «где мне находился»] последний кусок хлеба – мешок муки...» [НА РК, ф. 53, оп. 3, д. 23/1069, л. 1–1об.]. Старшину наказали штрафом и обязательством вернуть отобранный мешок муки. Случаи злоупотребления властью со стороны сельских старост и волостных старшин, разумеется, не были исключительно местным явлением. Например, земский начальник Тамбовской губернии А. Новиков отмечал: «старосты вознаграждают себя тем, что при всяком удобном и неудобном случае заставляют себя угощать» [Новиков, 1899. С. 29].

Рассмотренные нами нормы законодательства и обычного права говорят о том, что юридически имущественные интересы крестьянки были защищены и законом, и традицией. Административные и судебные дела, касающиеся имущественных споров, позволяют увидеть, что карельская женщина была готова решительно отстаивать собственные интересы в этой сфере, обращаясь не только к местным властям, но при необходимости и к самому императору. При этом такие «издержки» судебных тяжб, как волокита, грубость должностных лиц и т. п., в полной мере касались истиц. Социальными слоями, наиболее открытыми

для разного рода злоупотреблений, оставались вдовы и солдатки, что, впрочем, было характерно и для российской деревни в целом. Развитие института малой семьи в конце XIX в., рост грамотности и информированности, повышение культурного уровня благодаря школе и развитию женского отходничества – все это повышало правовое самосознание крестьянки, укрепляло ее позиции в деле отстаивания своих интересов и законных прав. Тем не менее при конфликте интересов в решении конкретной проблемы многое зависело от личности женщины, ее смелости, упорства и настойчивости.

Литература и источники

Алексеев А. А. Правовое регулирование имущественных отношений супругов в Российской империи: Автореф. дис. … канд. юрид. наук. Челябинск, 2007. 30 с.

Безгин В. Крестьянская повседневность (традиции конца XIX – начала XX века). М.; Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. 304 с.

Восточная Финляндия и Российская Карелия: традиции и закон в жизни карел. Материалы международного семинара историков, посвященного 65-летию ПетрГУ. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 251 с.

Георгиевский М. Этнографические заметки. Святозеро // Олонецкие губернские ведомости. 1888. № 17. С. 154–157; № 18. С. 163–166.

Гончаров Ю. М. Городская семья второй половины XIX – начала XX вв. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. 384 с.

Гурвич В. Очерки преступности и порочности в Олонецком уезде // Олонецкие губернские ведомости. 1903. № 47. С. 3. URL: http://ogv.karelia.ru/magpage.shtml?id=1699&page=3 (дата обращения: 20.02.2010).

Ефименко А. Я. Исследования народной жизни. Вып. 1. Обычное право. М., 1884. 382 с.

Ефименко А. Я. Юридические обычаи лопарей, корелов и самоедов Архангельской губернии // Зап. Русск. геогр. об-ва по отд. этнографии. Т. VIII. СПб., 1878. С. 1–233.

Из быта и верований карел Олонецкой губернии / П. М. // Олонецкие губернские ведомости. 1892. № 95. С. 972–974; № 96. С. 982–983; № 97. С. 996–998; № 98. С. 1009–1010; № 99. С. 1018–1020; № 100. С. 1030–1032.

История Карелии в документах и материалах (с древнейших времен до начала XX в.) / Науч. ред. А. И. Афанасьева; сост.: Т. А. Варухина и др. Петрозаводск: ПетрГУ, 2000. 317 с.

Кавелин К. Д. Собрание сочинений: В 4-х т. СПб.: Типография М. М. Стасюлевича, 1897–1900.

Камкин Н. Архангельские карелы (этнографический очерк) // Древняя и новая Россия. 1880. Т. XVI, № 4. С. 651–673.

Колясников А. Я. Народные юридические обычаи у карелов, живущих в Олонецком уезде // Олонецкие губернские ведомости. 1877. № 6. С. 55. URL: http://ogv.karelia.ru/magpage.shtml?id=3267&page=5 (дата обращения: 15.12.2009).

Круковский М. А. Олонецкий край: путевые очерки. СПб.: Издание «Петербургского учебного магазина», 1904. 260 с.

Ладвинский Ф. Особенности общественного быта жителей Паданского погоста и о Ребольском приходе, Повенецкий уезд Олонецкой губернии // Архив РГО, фонд Олонецкой губернии. Р. 25, оп. 1, № 5, л. 20–20об. URL: http://litkarta.karelia.ru (дата обращения: 26.01.2011).

Лудмер А. Бабьи дела на мировом суде // Юридический вестник. 1885. № 11. С. 522–531.

Милоголова И. Н. О праве собственности в пореформенной крестьянской семье. 1861–1900 // Вестник Московского ун-та. Серия 8, История. 1995. № 1. С. 22–31.

Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи (XVIII – начало XX в.). Генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства. СПб.: Дм. Буланин, 2003. Т. 1–2.

Национальный архив Республики Карелия (в тексте – НА РК).

Нижник Н. С. Правовое регулирование семейно-брачных отношений в русской истории. СПб.: изд-во Р. Асланова «Юридический центр пресс», 2006. 272 с.

Никольский В. Обычаи, приметы и причитания карельской свадьбы (из записок и дневников) // Олонецкая неделя. 1916. № 30. С. 9–13.

Новиков А. Записки земского начальника. СПб.: Типография М. М. Стасюлевича, 1899. 240 с.

Нуждина А. А. Социокультурное развитие российской деревни во второй половине XIX – начале XX в. (на материалах губерний Верхнего Поволжья): Автореф. дис. … канд. ист. наук. Иваново, 2008. 25 с.

Оленев И. В. Карельский край и его будущее в связи с постройками Мурманской железной дороги. Гельсингфорс: Фин. лит. об-во, 1917. 172 с.

Пушкарева Н. Л. Гендерная теория и историческое знание. СПб.: Алетея, 2007. 495 с.

Пушкарева Н. Л. Имущественные права женщин в XVIII – начале XIX в. // Семья в ракурсе социального знания. Барнаул, 2001. С. 188–203.

Савельев А. А. Личные и имущественные отношения между супругами // Юридический вестник. 1878. № 12.

Свод законов Российской империи. Т. X. Свод законов гражданских. СПб., 1900; Т. XIV. Устав о паспортах. СПб., 1903.

Соколовский Н. Современный быт русской женщины и судебная реформа // Женский вестник. 1867. № 9. С. 57–83.

Сушкова Ю. Н. Мордовские обычно-правовые традиции и разрешения семейных споров между мужем и женой // Женская история и современные гендерные роли: переосмысливая прошлое, задумываясь о будущем. Материалы III Междунар. науч. конф. Череповец; М.: ИЭА РАН, 2010. Т. 1. С. 205–212.

Фадеева Е. В. Женщина в традиционном обществе и семье коренных народов Нижнего Амура (вторая половина XIX – начало XX в.): Автореф. дис. … канд. ист. наук. Владивосток, 2006. 22 с.

Харламов И. Женщина в русской семье (опыт по обычному праву) // Русское богатство. 1880. Март. С. 59–107.

Шатковская Т. В. Закон и обычай в правовом быту крестьян второй половины XIX в. // Вопросы истории. 2000. № 11–12. С. 96–105.

Inha I. K. Kalevalan laulumailta: Elias Lönnrotin poluilla Vienan Karjalassa: Kuvaus Vienan Karjalan maasta, kansasta, siellä tapahtuneesta runonkeruusta ja runoista itsestään. Helsinki: Tietosanakirja OY, 1911. 403 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Литвин Юлия Валерьевна
аспирантка
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: litvinjualia@yandex.ru
тел.: (8142) 781886

Litvin, Yulia
PhD Student
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: litvinjualia@yandex.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 139–142

УДК 398: 5: [392.4+398.4] (470.22)

ЗООМОРФНЫЙ КОД ПРОВОДНИКА МЕЖДУ МИРАМИ В КАРЕЛЬСКОЙ РУНЕ О ДОБЫВАНИИ ЖЕНЫ В СВЕТЕ ТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

В. П. Миронова

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Статья посвящена описанию зооморфного кода посредника между мирами, с помощью которого основные герои карельских рун о сватовстве попадают в иной мир в поисках невесты. Исследование проводится с привлечением материалов, выявленных в различных культурных традициях, что позволяет раскрыть истоки архаичных зооморфных персонажей-проводников.

Ключевые слова: карельские руны, добывание жены в ином мире, коньлось, проводник между мирами.

V. P. Mironova. ZOOMORPHIC CODE OF THE GUIDE BETWEEN WORLDS IN THE KARELIAN RUNE ABOUT THE TAKING OF THE WIFE IN THE LIGHT OF THE TYPOLOGICAL COGNITION

The paper describes the zoomorphic code of the guide between the worlds through which the main characters of the Karelian runes of courtship reach a different world looking for a bride. The study is conducted using the materials identified in various cultural traditions whereby one can reveal the origins of archaic zoomorphic guide characters.

Key words: Karelian runes, taking the wife from a different world, horse-moose, river crossing on a horse, eagle, guide between worlds.

В родоплеменную эпоху действовал универсальный принцип экзогамии, базирующийся на принципе исключения кровного родства: брать жен можно было только вне пределов своего рода или родового объединения. Эта архаичная форма брака нашла яркое отражение в карельских рунах о добывании жены, являющихся объектом настоящего исследования. Герои архаичного карельского эпоса непременно ищут невесту вдалеке. В беломорских рунах Вяйнямёйнен едет за суженой в мрачную Похъёлу «по простору синего моря». В южнокарельской песне о сватовстве кузнец Илмойллине отправляется «за семь морей» в чужую далекую страну Хийтолу. Мифическая Хийтола, равно как и Похъёла, является потусторонним иным миром, в качестве посредника между мирами могут выступать различные животные или птицы [Миронова, 2008. С. 142–148]. Опираясь на сравнительно-типологический метод, нами рассмотрена трансформация архаичного зооморфного кода проводника в карельском эпосе.

В большинстве вариантов анализируемой южнокарельской руны кузнец Илмойллине едет за невестой на коне-лосе. Появление двойного образа коня-лося в качестве способа перехода из одного мира в другой имеет некоторые предпосылки. Архаичным прообразом

перевозчика является, вероятнее всего, лось. Это животное считалось священным в финно-угорской мифологии, ему приписывали «небесное происхождение: некогда он имел шесть ног и мчался по небу так быстро, что никто не мог догнать его» [Петрухин, 2010. С. 129].

В карельской эпической традиции особое место занимает гигантский лось Хийси, погоня за которым ярко описана в севернокарельских рунах. Охотник не может догнать чудесного зверя даже на волшебных лыжах или упускает его, мечтая заполучить шкуру. В южнокарельской традиции подобный сюжет не получил распространения. В наиболее поздних записях олонецких песен образ священного животного лося трансформируется в «гибридный» образ коня-лося, т. е. два животных как бы сливаются воедино.

Несмотря на то что в севернокарельской эпической традиции аналогичные примеры не зафиксированы, в поэме «Калевала» мы находим следующие строки:

Ampui kohta kolmanneksi,
Kävi kahti kolmannesti,
Sapsahan sinisen hirveh,
Alta vanhan Väinämöisen,
Ampui olkisen orihin.

Вскоре выстрелил и третий,
угодил стрелою третий,
в шею лося голубого,
Он сразил под вещим Вяйно,
Жеребца, что из соломы.
[Э. Лённрот. Калевала.
Песнь шестая. С. 70]

В комментарии к переводу эпоса Э. С. Киуру и А. И. Мишин отмечают, что «голубой лось» является мифическим животным, синонимом «жеребца из соломы», «лошади из стеблей гороха», на котором Вяйнямёйнен ехал по морю за невестой в Похъёлу. Некоторые ученые считают это понятие кеннингом, обозначающим корабль, доставивший Вяйнямёйнена в мифическую страну. Прообразом подобной метафоры мог послужить тот факт, что на носу корабля зачастую устанавливалась голова лося или какого-либо другого реального животного или дракона [Леннрот, 1998. С. 70]. Приведенный отрывок из поэмы является примером синонимического параллелизма, однако истоки его возникновения, на наш взгляд, кроются в существовавшем некогда гибридном зооморфном образе, сочетающем в себе признаки и лося, и коня.

Свидетельством бытования двойного животного образа в карельской традиции служат примеры из мифологической прозы. Распространение получили рассказы об охотнике, встретившем в лесу лося, которого он не может убить. Ночью во сне к такому охотнику приходит леший и говорит: «Это была наша лошадь, только в виде лося». По мнению Л. И. Ивановой, занимающейся изучением карельской мифологической прозы, животное, которое предстает перед человеком в виде лося, в «лесном царстве» является лошадью хозяина леса [по устному сообщению Л. И. Ивановой].

Наше предположение совпадает также с выводами исследователей карельских вышивок. В. И. Жуковская, в частности, отмечает, что «композиции с конями и всадниками вытеснили, заслонили собой композиции с оленями, но следы древнего культа остались: на одной карельской вышивке по сторонам женской фигуры изображены два коня, а на спинах у них показаны ветвистые оленьи рога [Жуковская, 1972. С. 187].

В культурах многих народов встречаются различные образы животных-проводников, в том числе лося и оленя. С помощью этих животных люди могли преодолевать границы между мирами, попадать в мир иной. Так, согласно шаманским легендам народов Сибири, путешествие в мир мертвых, «хождение в нижнюю землю» описывается следующим образом: «Старик лежит на полу, головой в сторону тундры, потому что ушел он уже в „нижнюю землю“. Всегда так шаман подражает оленю, когда идет в „нижнюю землю“» [Новик, 1984. С. 241].

Важное место в религиозных верованиях народов севера занимал культ небесного солнечного оленя, что нашло отражение в мифах. У саамов сохранился предание о том, что солнце едет вокруг земли утром на медведе, в полдень – на олене-быке, вечером – на олене-важенке [Лаушкин, 1962. С. 238]. Позднее солнечный конь сменил в финно-угорской мифологии солнечного оленя-лося.

У индоевропейских народов вплоть до II в. до н. э. олень был почитаемым животным и также служил семантическим эквивалентом коня [Кузьмина, 1977. С. 104]. Рассматривая семантику ажурных застежек волжских финнов, марийская исследовательница А. Н. Павлова отмечает, что «конь в финно-угорской мифологии выступал преемником древнего мифологического животного лося или оленя (лося-оленя)» [Павлова, 1996. С. 106].

Любопытны в этом отношении изменения, произошедшие в религиозных представлениях жителей Алтая и выразившиеся в захоронении коня в оленьей маске [Худяков, 1933. С. 251]. Олень осмыслялся перевозчиком в потусторонний мир, и для успешного «путешествия» конь должен был быть символически превращен в оленя.

В основе видоизменения рассматриваемого зооморфного кода лежали начавшиеся перемены общественной жизни, связанные с преобладающим значением земледелия. На территории Карелии, в Северо-Западном Приладожье, уже в первой половине I тысячелетия н. э. земледелие получило распространение в примитивной подсечной форме. Позднее произошел постепенный переход к пахотной обработке подсеки. В начале II тысячелетия н. э. при обработке почвы использовался тягловый скот, что знаменовало превращение земледелия в основу хозяйственной жизни [Клеменьев, 2003. С. 220]. В результате произошедших перемен древние символы, сложившиеся в условиях охотничьего хозяйства, первоначально претерпели существенную трансформацию, а затем отошли на второй план. Это явление находит яркое отражение в карельской эпической традиции, в частности, в южнокарельской эпической песне о сватовстве. Кузнец Илмойллине, отправляясь в мифическую Хийтолу, в иной мир, первоначально запрягал коня-лося:

Häi yksikai sinne šuorieu kozil,
omalleh hebozel hirvizel.

Все равно он отправляется свататься
на своем коне-лосе.
[КЭП: 164, 51–52]

Позже герой отправляется в путь уже на резвом жеребце, что подтверждается большим количеством выявленных вариантов:

Ičе seppy Ilmoilline
oršoi hevon val'l'astau.

Сам кузнец Илмойллине
запрягает жеребца.
[КЭП: 165, 18–19]

Таким образом, представленные примеры позволяют проследить путь поэтапной трансформации образа от наиболее архаичного мифического коня-лося до резвого жеребца.

В. Я. Пропп, рассматривая мотив переправы в иной мир на примере сказочной традиции, отмечает способность героев перевоплощаться в животных, зашивая себя в их шкуры, или же на возможность перемещаться на них. Причем «первоначально садятся на тех животных, которые некогда представляли собой умерших» [Пропп, 2005. С. 207]. Это представление, на наш взгляд, нашло отражение в карельской устно-поэтической традиции. Известно, что среди карелов (так же как и у многих других народов, в том числе финно-угорских) бытует представление о превращении человека (или его души) после смерти в птицу. Особенно наглядно это проявляется в текстах карельских причитаний: в обращении к умершему его просят появиться хотя бы в образе птички:

Ka hot' sinä tulettele hot' pienih puuhuižideh piähyižih,
hot' čiuččoi-linduizinnu da liipoi-linduzinnu.

Так ты прилетай хоть на вершины маленьких деревьев,
хоть птичкой-воробушком или птицей-бабочкой.
[КП: 219. С. 412]

Следовательно, птица служит телом, в которое индивидуальная душа человека переходит после смерти. Птица, таким образом, уносит душу в потустороннее царство, выступая в качестве посредника между мирами.

Следует отметить попутно, что конь-лось (в вариантах жеребец) движется над морской гладью так, что «копыта не мокнут, полозья не сыреют»:

Lähti ajua karettamahe
sulai merda myöten.
Hibjon, kabjoin kastumatta,
vuodijaizen vuojomatta.
[SKVR: II. 95, 64–67]

Отправился ехать-постукивать
по талому морю.
Не вспотеет тело, не промокнут копыта,
не обмокнут щётки (на ногах).

Перед нами вырисовывается фантастическая картина, в которой кузнец Илмойллине парит над морем, не касаясь воды. Резвый конь или конь-лось приобретает черты крылатого коня, перенимая на себя не только атрибуты (крылья) птицы, но и ее функции.

В некоторых вариантах кузнец Илмойллине летит в мифическую Хийтолу на огромном орле. Подобным способом попадают в иной мир герои русских сказок.

Еще в начале XX в. этнограф Л. Я. Штернберг указывал на сходство культа орла у якутов и у других племен Сибири далее вплоть до Скандинавии. Причем наибольшая близость в культе орла, по мнению ученого, присутствует у якутов и у западных финнов. Почитание этой хищной птицы было связано с представлением его в виде помощника шамана или олицетворением шамана. Сам шаманский кафтан является имитацией орла, в которой фигурируют его основные части тела: широкие рукава – крылья, длинная бахрома – перья, сзади имеется хвост [Штернберг, 1936. С. 724, 732, 734]. Шаман совершает свое путешествие в иной мир в образе птицы, способной беспрепятственно преодолевать границы миров. Возможно, рудименты древних представлений сохранились в карельском эпосе. В целом рассматриваемый образ в хронологическом аспекте архаичнее коня-лося и коня, выступающего в качестве перевозчика.

Итак, в южнокарельской руне о добывании жены посредниками между мирами выступают различные зооморфные образы. К числу наиболее древних относится образ коня-лося. Переправа в иной мир на коне – более поздний по своему происхождению способ попадания в потустороннее пространство. Следует отметить, что почитание коня возникло в эпоху производящего хозяйства, когда аграрный культ начал вытеснять промысловые культы оленя, лося, что привело к контаминации старого и нового в изображении зооморфного кода посредника между мирами. Зачастую в рассматриваемых текстах происходит ассимиляция образа коня-лося и птицы либо коня и птицы, в результате чего появляется символический образ крылатого коня или птицы-коня-лося, как в нашем случае. Герой может попасть в мифическую страну, устроившись на спине огромной птицы. Орел в качестве посредника встречается также в других древних традициях, и, вероятно, данная форма переправы была первичной по отношению к передвижению на ездовых животных. Таким образом, предпринятое исследование показало, что в карельском эпосе отмечаются различные способы переправы, отражающие древние представления о странствии умершего в иной мир в целом.

Литература

Жуковская И. В. Вышивка тверских карел по коллекциям М. В. Михайловкого // Сб. музея антропологии и этнографии АН СССР. Л.: Наука, 1972. С. 180–198.

Карельские причитания / Изд. подгот. А. С. Степанова, Т. А. Коски; Науч. ред. У. С. Конкка; Предисл. А. Степановой; Ред. по южно-карел. текстам В. Д. Рягоев; Муз. ред. И. И. Земцовский. Петрозаводск: Карелия, 1976. 534 с. (в тексте – КП, первая цифра указывает номер текста, вторая – страницу по указанному изданию).

Карельские эпические песни / Предисл., подгот. текстов, коммент. В. Я. Евсеева; отв. ред. В. Я. Пропп. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 526 с. (в тексте – КЭП, первая цифра указывает номер текста, последующие – номер строк по указанному изданию).

Клементьев Е. И. Традиционные хозяйственные занятия // Прибалтийско-финские народы России / Отв. ред. Е. И. Клементьев, Н. В. Шлыгина; Ин-т этнологии им. Н. Н. Миклухо-Маклая. М.: Наука, 2003. С. 220–227.

Кузьмина Е. Е. Конь в искусстве саков и скифов // Скифы и сарматы. Киев: Наукова думка, 1977. С. 96–119.

Лаушкин К. Д. Онежское святилище // Скандинавский сборник. Таллин, 1962. Ч. 2. С. 177–298.

Ленрот Э. Калевала: эпическая поэма на основе древних карельских и финских народных песен / Пер.: Э. С. Киуру, А. И. Мишин. Петрозаводск: Карелия, 1998. 583 с.

Миронова В. П. Концепт границы между мирами в южнокарельских эпических песнях // Границы и контактные зоны в истории и культуре Карелии и сопредельных регионов. Гуманитарные исследования / Ред. О. П. Илюха, И. И. Муллонен. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 142–148.

Новик Е. С. Обряд и фольклор в сибирском шаманизме: Опыт сопоставления структур. Серия: исследования по фольклору и мифологии Востока. М.: Наука, 1984. 304 с.

Павлова А. Н. К семантике ажурных застёжек волжских финнов IX–XIII вв. // Археологические памятники среднего Поочья. Рязань, 1996. Вып. 5. С. 106–112.

Петрухин В. Я. Существовал ли миф о небесной охоте в карело-финской мифологии? // «Калевала» в контексте региональной и мировой культуры. Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 160-летию полного издания «Калевалы». Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. С. 128–138.

Пропп В. Я. Исторические корни волшебной сказки / Науч. ред., текстолог. коммент. И. В. Пашкова; ред. Г. Н. Шелогурова. М.: Лабиринт, 2005. 332 с.

Худяков М. Г. Культ коня в Прикамье // Изв. Государственной академии материальной культуры. Л., 1933. Вып. 100. С. 251–279.

Штернберг Л. Я. Первобытная религия в свете этнографии: Исследования, статьи, лекции. Л.: Изд-во ин-та народов Севера ЦИК СССР, 1936. 584 с.

Suomen kansan vanhat runot. 2: Aunuksen, Tverinja Novgorodin-Karjalan runot / Julkaissut A. R. Niemi. Helsinki, 1927 (в тексте – SKVR, римская цифра указывает номер тома, далее следуют номер текста и номер строк по указанному изданию).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Миронова Валентина Петровна
научный сотрудник
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: tutkija@mail.ru
тел.: +79212272858

Mironova, Valentina
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: tutkija@ mail.ru
tel.: +79212272858

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 143–147

УДК 398.21: [392.546+398.4]

МЕСТО ПОХИЩЕНИЯ ЖЕНЩИНЫ В РУССКИХ ВОЛШЕБНЫХ СКАЗКАХ: К ВОПРОСУ О КОНТАКТЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СВОЕГО И ИНОГО МИРОВ

А. С. Лызлова

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

В статье представлена попытка классификации локусов русских волшебных сказок, где совершается похищение женщины. Сопоставительный анализ показывает, что в роли подобных мест выступают элементы ландшафта, нежилые постройки и части дома. В этих локусах происходит контакт представителей двух миров.

Ключевые слова: русские волшебные сказки, место похищения женщины, контакт, представители своего и иного миров.

A. S. Lyzlova. PLACE OF ABDUCTION OF WOMEN IN RUSSIAN FAIRY TALES: THE QUESTION OF CONTACTS BETWEEN REPRESENTATIVES OF THEIR OWN AND THE OTHER WORLDS

The paper represents an attempt to classify the loci in which women may be abducted in Russian fairy tales. Comparative analysis shows that landscape features, non-residential buildings and parts of a home may be such places. In those loci representatives of the two worlds come in contact.

Key words: Russian fairy tales, the place of abduction of women, contact, representatives of their own and the other world.

Коллизия, связанная с похищением женщины, получила широкое распространение в русских волшебных сказках. Такие тексты повествуют о том, что героиня оказывается во власти «хозяина» иного мира. При этом похищение женщины может происходить в различных локусах, где представители двух миров вступают в контакт.

Опираясь на словари пространственных элементов [Цивьян, 1975. С. 193] и предметных реалий [Добровольская, 2009. С. 24–25] волшебных сказок, можно классифицировать место похищения женщины по предложенным их составителями параметрам.

Элементы ландшафта

Достаточно часто местом похищения женщины оказывается **лес.** По словам В. Е. Добровольской, «лес в мифологии различных народов – одно из основных мест пребывания сил, враждебных человеку, через лес проходит дорога в мир мертвых» [Добровольская, 2009. С. 119]. Исследовательница пишет, что «в русском сказочном репертуаре имеется несколько видов леса» [Там же], и отмечает десять основных значений этого локуса [Там же. С. 24–25]. Вместе с тем упоминание леса в качестве места похищения женщины в списке функций

отсутствует. В рассматриваемых нами сказках указанный локус достаточно часто выступает в подобной роли: «Ну старша сёстра и отправилась. Цють только зашла в лес, как ю схватили двенадцеть медведей» [Северные сказки, 1998. № 167].

Иногда в сказках указывается, что женщина собирает в лесу ягоды или грибы: «Пришла (Машенька. – *А. Л.*) на полянку, а тут уже медведь обряжается кушать землянику. <…> Он всё равно забросил её с корзинкой и повёз ей до свово дому» [Архангельские сказки, 2002. № 15]; «Вот раз пошла эта женщина в лес по грибы, а ее и захватил там медведь» [Сказки…, 1937. С. 124]. В одном из фольклорных вариантов похищение совершается во время работы героини на сенокосе: «Ходили в лесе, на сенокосе. И у этого крестьянина – Иваном звали – пропала жена, медведь украл, утенул в берлогу» [Сказки Терского берега…, 1970. № 55].

В некоторых сказках пребывание героини в лесу обусловлено тем, что отец забыл там высеченные им предметы: «Запоежжа́л старик в лес, старша дочь сказала: „Батюшко, привези мне-ка прелицу пресь“. Отец высек и оставил на пню. <…> Пошла (дочь. – *А. Л.*) в лес, медведь схватил йе и унёс. На второй раз запоежжал старик, втора дочка скажет: „Паличу привези“. Опять старик высек и забыл. Дочка опять пошла, медведь и ей утащил. Опять запоежжал старик, третья дочь скажет: „Мне, батюшко, пялы привези“. Отец высек и забыл. Девушка сама пошла, медведь и ей утащил» [Северные сказки, 1998. № 55]. В других текстах героини отправляются за «прялочкой», «швейкой» и «веретёшычком» [Сказки Терского берега…, 1970. № 76]; «прялицей», «кережкой» [Русские народные сказки…, 1974. № 18]. В этих примерах зафиксирована устойчивая связь похищаемой женщины с рукоделием, которое изначально наделено магическим смыслом [см.: Бернштам, 1988. С. 159–166].

Как отмечает Е. М. Неёлов, в сказках имеется нескольких обликов леса:

«1. Лес „хозяйственный“ (он наиболее близок к лесу реальному). Сказочные персонажи в лесу охотятся, заготавливают дрова и т. д.

2. Таинственный, дремучий лес. Он может быть *добрым* (в лесу герой встречает помощника, лес задерживает врага) и очень часто *злым* <…>» [Неёлов, 1986. С. 82–83].

Опираясь на подобное деление, можно с уверенностью сказать, что лес как место похищения женщины – это лес «хозяйственный», о чем свидетельствуют приведенные выше примеры.

В роли похитителя в лесу, как правило, выступает медведь. С течением времени он может заменяться другими, функционально близкими персонажами: волком, лешим, чертом. Такие сказки объединены в сюжеты **311** *Медведь и три сестры* и **650A** *Иван Медвежье ушко* [СУС 1979].

В. Я. Пропп подчеркивает, что в сказках «лес побежден полем или садом» [Пропп, 2005. С. 133].

Поле оказывается местом похищения в некоторых сказках: «Вот поехали (сыновья. – *А. Л.*) в чисто полё гулять с маменькой. И вот откуда-то взялся Вихорь и унес у их матерь» [Севернорусские сказки…, 1961. № 131]; «<…> собралась она (царская дочь. – *А. Л.*) с нянькамы, служанкамы, вышла в чистое поле <…>. Поднялась буря, унесла неизвестно куда» [Русские народные сказки…, 1982. № 27]. Как видно из примеров, указанный локус характеризуется эпитетом «чистое», который является постоянным при его обозначении во многих жанрах фольклора. Поле в этих случаях употребляется в значении «безлесная равнина, пространство» [Ожегов, 2007. С. 712].

В то же время в русском языке под словом «поле» понимается также «обрабатываемая под посев земля, участок земли» [Там же]. Как отмечает В. Е. Добровольская, в сказках «иногда поле приобретает дополнительную локусную характеристику – оно находится в лесу» [Добровольская, 2009. С. 115]. Эта реалия отражает северную «подсечную систему» земледелия.

Независимо от назначения, поле в русских сказках всегда «выступает как место контакта с „иномирными“ персонажами» [Там же]. Процитированные отрывки из рассматриваемых нами текстов подтверждают эти слова.

В отдельных текстах похищение женщины совершается **на лугу**: «Ей (матери. – *А. Л.*) стало скушно, она сыну и гуворит: „– <…>, отвези меня покататься по зеленым лугам“. Он и сжалился, повез. Вдруг ви́хорь налетел, и матушки на коляски не стало» [Карнаухова, 2006. № 14].

Как отмечает В. Е. Добровольская, в некоторых сюжетах сказок луг оказывается идентичен саду [Добровольская, 2009. С. 128]. В анализируемых нами текстах указанного фольклорного жанра также отражается подобная замена.

Наиболее часто похищение женщины происходит именно во время пребывания героини **в саду**: «И вот однажды сидела царица в саду, налетел Вихрь и унес царевну» [Традиционный фольклор…, 2001. № 35]. Подобная ситуация характерна для многих вариантов сказок, зафиксированных в СУС под номерами: **301A, B** *Три подземных царства*, **301D*** *Солдат находит исчезнувшую царевну*, **312D** *Катигорошек*, **552A** *Животные-зятья.*

Заметим, что указанный локус упоминается в «Сказке о золотой горе, или удивительных приключениях Идана, восточного царевича» (1782 г.), которая является первой опубликованной сказкой о похищении женщины: «В один день царь прогуливался с царицею в саду, и, вдруг поднявшись, вихорь унес супругу с глаз его» [Сказка о золотой горе..., 2001. С. 19]. Почти так же описывается ситуация в «Сказке о Василие-королевиче», помещенной в сборнике «Старая погудка на новый лад» (1794–1795 гг.) и представляющей собой переработанный вариант «Сказки о золотой горе»: «В одно время король прогуливался по своему прекрасному саду, вдруг поднялся великий вихорь и, схватя на воздух королеву, унес ее в неизвестное королевство» [Старая погудка..., 2001. № 34].

В текстах нередко указывается, что в саду растут деревья, кустарники, цветы, которые привлекают внимание героини: «Пошла Елена в сад гулять с няньками. <...> Пошла она к яблоне, и вот прилетел Ворон Воронович, Клёкот Клёкотович, Семигородович, взял ей и утащил» [Сказки Терского берега..., 1970. № 7]. Иногда локус характеризуется различными эпитетами: «большой и славный» [Народные русские сказки..., 1984. № 131], «чистый» [Русские народные сказки..., 1974. № 1]. Наиболее устойчивым эпитетом при описании сада в рассматриваемых сказках является «зелёный»: «Царевич похоронил родителей и с горя пошел с сестрами во зеленый сад гулять» [Народные русские сказки..., 1984. № 159].

В некоторых случаях похищение происходит во время пребывания героини **на морском берегу**: «Вот она (царская дочь. – *А. Л.*) вышла однажды к морю на прогулку. Ее схватывает маленький мужичок, голова с пивной котелок, ростом под потолок (вот какой маленький!), и утащил ее» [Сказки Ф. П. Господарева, 1941. № 14]. Подобная ситуация представлена, прежде всего, в многочисленных текстах на сюжет **301D*** *Солдат находит исчезнувшую царевну*, получивших широкое распространение в лубочной литературе.

Отметим попутно, что во многих волшебно-сказочных сюжетах представлена ситуация, связанная с обретением героем невесты у какого-либо водоема (см., например, сюжеты **400$_2$** *Царь-девица* (имеется в виду версия сюжета, где героиней является не царь-девица, а девушка-лебедь [Сказки Карельского Беломорья, 1939. № 24; Русские народные сказки..., 1974. № 12 и др.]), **402** *Царевна-лягушка* и др.). По мнению В. П. Фёдоровой, в сказках сохраняются отголоски одного из древнейших типов брака умыкания, совершавшегося с согласия невесты и без согласия ее, сведения о бытовании которого зафиксированы в летописных источниках [Фёдорова, 1989. С. 80]. Исследовательница отмечает, что такой тип брака получил широкое распространение и бытовал еще в 30-е гг. XX в. [Там же. С. 80–83]. Он был усвоен и переосмыслен русской волшебной сказкой, для которой характерна «стабильность мотива брака у воды» [Там же. С. 85].

Нежилые постройки

В единичном случае похищение совершается, когда героини отправляются за водой на **колодец**: «Старик и говорит ста́ршой дочери: „Поди-ко за водой, так старуха раство́рит блинов: я блинов захотел!“ Дочерь пришла к колодцу: прилетел ворон, схватил её и утасшыл. Потом по́слал [старик] вторую до́черь; её утасшыл месяц. Потом посылаёт третью дочерь. Третью утасшыло сонцо» [Великорусские сказки..., 2002. № 19]. По словам В. Е. Добровольской, колодец как место встречи с персонажами из потустороннего царства наиболее устойчив в сюжете **313A** *Чудесное бегство*, где отец героя обещает его водяному [Добровольская, 2009. С. 117]. В сказке из сборника, составленного Д. К. Зелениным, данный локус используется в той же функции.

В единственном тексте похищение происходит **на мосту**: «Раз царские дочери пошли к обедне, царь послал с ними полк солдат. Шли от обедни, взошли на самый этот мост (через реку. – *А. Л.*). Вдруг поднялся вихрь, сделалась пыль. В пыли солдаты не увидали друг друга. Прошел этот вихрь, царские дочери пропали» [Народные сказки..., 2005. № 32]. Как отмечает Л. Н. Виноградова, «мост – сооружение и локус, которые, по народным представлениям, соединяют земное и потустороннее пространство; место контактов человека с мифическими существами; один из наиболее опасных и ответственных участков пути» [Виноградова, 2004. С. 303]. В волшебных сказках, по словам исследовательницы, прежде всего, проявляется «семантика моста как пограничного локуса, связывающего „далекое“ и „близкое“, иномирное и земное» [Там же. С. 306].

В одном из текстов, записанных от Е. И. Сороковикова (Магая), местом похищения женщины оказывается **кладбище**: «<...> Лукерья и пошла на могилку (родителей. – *А. Л.*), и только дошла она до могилки, хотела сесть на скамью, вдруг ниоткуда взялся Сокол Соколович и унес ее с ветром» [Гуревич, Элиасов, 1939. № 32].

По народным представлениям, этот локус является местом пребывания умерших и их душ [Плотникова, 1999. С. 504].

Элементы строения

В некоторых сказках похищение женщины совершается **на крыльце** дома: «Только они вышли на крыльцо, как спустился черный вихорь, подхватил ее (Елену Прекрасную. – *А. Л.*), и он (Иван-царевич. – *А. Л.*) остался один» [Сказки Карельского Беломорья, 1939. № 7]. В нескольких из рассмотренных фольклорных вариантов вместо крыльца фигурируют ступени: «Он (старик. – *А. Л.*) и говорит: „– Ну, дочка старшая, выходи на ступени!“ Тая вышла. Сонце подхватило ее и унесло» [Севернорусские сказки..., 1961. № 37]. При этом, как пишет Н. А. Криничная, «в севернорусских говорах ступенями, ступеньями называли и ступеньки, и лестницу, и крыльцо» [Криничная, 2007б. С. 174].

Крыльцо как место похищения женщины представлено в сюжетах **402** *Царевна-лягушка*, **400**$_1$ *Муж ищет исчезнувшую или похищенную жену*, **552A** *Животные-зятья*.

Восприятие крыльца в качестве места контакта человека с потусторонними силами характерно и для мифологических рассказов и поверий [Криничная, 2007а. С. 110–117].

В подобной роли в некоторых рассмотренных текстах о похищении женщины выступает **окно**: «Дочка сидела у открытого окна, вдруг поднялся Ветер и утащил дочку», «Дочка сидела у открытого окна, налетел Ворон, подхватил ее и унес» [Сказки Заонежья, 1986. № 35].

В мифологических рассказах окно также «оказывается каналом связи с иным миром» [Криничная, 2008. С. 137]. В традиционной культуре «окна соотносятся с идеей входа, проницаемости, связи жилища с внешним миром <...>» [Байбурин, 1983. С. 140].

В. Е. Добровольская правильно отмечает, что крыльцо и окно – «незащищенные части жилища, рядом с которыми происходит контакт с представителями „иного“ мира» [Добровольская, 2009. С. 111]. В одном из проанализированных текстов таким открытым местом оказывается **балкон**: «<...> выпустив (царь. – *А. Л.*) ее (жену. – *А. Л.*) на балкон. На ту пору, на то время прилитела Жар-птиця, схватила их матушку и унесла за тридевять земель, за тридевять морей в свое цярство» [Великорусские сказки..., 2003. № 11].

Таким образом, в рассматриваемых нами сказках локусы, где происходит похищение женщины, чрезвычайно разнообразны. В этой роли выступают как элементы ландшафта, так и нежилые постройки и даже части строения. Можно согласиться с утверждением В. Е. Добровольской о том, что «в сознании сказочника дом защищен от представителей „иного“ мира, а следовательно, в контакт с ними герой сказки может вступить либо за пределами дома, либо находясь у наименее защищенных частей жилища» [Добровольская, 2009. С. 111]. В нашем случае все это касается похищаемой женщины. Покинув защищенное пространство, она становится уязвимой и вступает в контакт с «хозяином» иного мира, который переносит ее в свои владения. Рассмотренные локусы располагаются на границе своего и чужого миров. Они широко представлены в других фольклорных жанрах и различных обрядах. Сопоставление их, прежде всего, со свадебной обрядовой поэзией позволит глубже исследовать семантику.

Источники и литература

Архангельские сказки. Из материалов лаборатории фольклора Поморского университета. Архангельск: Поморский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2002. 252 с.

Байбурин А. К. Жилище в обрядах и представлениях восточных славян. Л.: Наука, 1983. 192 с.

Бернштам Т. А. Молодежь в обрядовой жизни русской общины XIX – начала XX в. Л.: Наука, 1988. 277 с.

Великорусские сказки Вятской губернии: Сб. Д. К. Зеленина. СПб.: Тропа Троянова, 2002. 736 с.

Великорусские сказки архива Русского географического общества: Сб. А. М. Смирнова: В 2-х кн. СПб.: Тропа Троянова, 2003. Кн. 1. 479 с.

Виноградова Л. Н. Мост // Славянские древности. Этнолингв. словарь. Т. 3. М.: Международные отношения, 2004. С. 303–307.

Гуревич А. В., *Элиасов Л. Е.* Старый фольклор Прибайкалья. Т. I. Улан-Удэ: Бургиз, 1939. 472 с.

Добровольская В. Е. Предметные реалии русской волшебной сказки. М.: Государственный республиканский центр русского фольклора, 2009. 224 с.

Карнаухова И. В. Сказки и предания Северного края. СПб.: Тропа Троянова, 2006. 558 с.

Криничная Н. А. Крыльцо крестьянского жилища: фольклорно-мифологический образ в контексте традиций народного искусства // Традиционная культура. 2007а. № 4. С. 110–117.

Криничная Н. А. Лестница: к проблеме морфологии фольклорного мышления (по материалам мифологических рассказов и поверий) // Лингвофольклористика на рубеже XX–XXI вв.: итоги и перспективы. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007б. С. 169–178.

Криничная Н. А. Окно крестьянского жилища: к представлениям о границе и контактной зоне между мирами в севернорусской мифологии // Границы и контактные зоны в истории и культуре Карелии и со-

предельных регионов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 131–141.

Лекарство от задумчивости и бессонницы, или настоящие русские сказки (1786 г.) // Лекарство от задумчивости. Русская сказка в изданиях 80-х годов 18 века. СПб.: Тропа Троянова, 2001. С. 39–130.

Народные русские сказки А. Н. Афанасьева: В 3-х т. М.: Наука, 1984. Т. 1. 512 с.

Народные сказки, собранные сельскими учителями. Сб. А. А. Эрленвейна // Русские сказки и побасенки. Сборники А. А. Эрленвейна и Е. А. Чудинского. СПб.: Тропа Троянова, 2005. С. 10–148.

Неёлов Е. М. Волшебно-сказочные корни научной фантастики. Л.: ЛГУ, 1986. 200 с.

Ожегов С. И. Словарь русского языка. М.: Оникс; Мир и Образование, 2007. 1200 с.

Плотникова А. А. Кладбище // Славянские древности. Этнолингв. словарь. Т. 2. М.: Международные отношения, 1999. С. 503–507.

Пропп В. Я. Исторические корни волшебной сказки. М.: Лабиринт, 2005. 332 с.

Русские народные сказки Карельского Поморья. Петрозаводск: Карелия, 1974. 424 с.

Русские народные сказки Пудожского края. Петрозаводск: Карелия, 1982. 366 с.

Севернорусские сказки в записях А. И. Никифорова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 386 с.

Северные сказки. Сборник Н. Е. Ончукова: В 2-х кн. СПб.: Тропа Троянова, 1998. Кн. 1. 476 с.

Сказка о золотой горе, или удивительные приключения Идана, восточного царевича (1782 г.) // Лекарство от задумчивости. Русская сказка в изданиях 80-х годов 18 века. СПб.: Тропа Троянова, 2001. С. 17–38.

Сказки Заонежья. Петрозаводск: Карелия, 1986. 296 с.

Сказки Карельского Беломорья. Т. I: Сказки М. М. Коргуева. Петрозаводск: Карельское гос. изд-во, 1939. Кн. 1. 660 с.

Сказки Саратовской области / Сост. Т. М. Акимова и П. Д. Степанов. Саратов: Сарат. обл. изд-во, 1937. 206 с.

Сказки Терского берега Белого моря / Изд. подгот. Д. М. Балашов. Л.: Наука, 1970. 447 с.

Сказки Филиппа Павловича Господарёва. Петрозаводск: Госиздат КФССР, 1941. 660 с.

Сравнительный указатель сюжетов. Восточнославянская сказка. Л.: Наука, 1979. 437 с. (в тексте – СУС).

Старая погудка на новый лад. Русская сказка в изданиях конца XVIII века. СПб.: Тропа Троянова, 2003. 399 с.

Традиционный фольклор Новгородской области. Сказки. Легенды. Предания. Былички. Заговоры. По записям 1963–1999 г. СПб.: Алетейя, 2001. 534 с.

Фёдорова В. П. Древний тип брака (обряд и сказка) // Поэзия и обряд. М.: Изд-во «Прометей» МГПИ им. В. И. Ленина, 1989. С. 79–88.

Цивьян Т. В. К семантике пространственных элементов в волшебной сказке (на материале албанской сказки) // Типологические исследования по фольклору. М.: Наука, 1975. С. 191–213.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Лызлова Анастасия Сергеевна
младший научный сотрудник
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: alyzlova@rambler.ru
тел.: +79212216976

Lyzlova, Anastasia
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: alyzlova@rambler.ru
tel.: +79212216976

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 148–152

УДК 809.454.2

ВЕПССКИЙ СУБСТРАТ В СИСТЕМЕ ЧЕРЕДОВАНИЯ СТУПЕНЕЙ СОГЛАСНЫХ КАРЕЛЬСКОГО ЯЗЫКА

И. П. Новак

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Все современные карельские наречия в большей или меньшей степени сохранили древнекарельское фонологическое явление чередования ступеней согласных. Однако людиковское наречие полностью утратило качественный вид чередования, а ливвиковское – чередование одиночных смычно-взрывных, находящихся в позиции после глухих согласных, характерное собственно карельскому наречию. По всей видимости, такое представительство фонологического явления объясняется степенью сохранения вепсского субстрата в южных карельских наречиях, так как для современного вепсского языка альтернация согласных не характерна, а если она и присутствовала раннее (что подвергается сомнению), то, очевидно, была уже утрачена на момент вепсско-карельского контактирования. В статье рассмотрены конкретные случаи чередования в ливвиковском и людиковском карельских наречиях, обусловленные вепсским воздействием.

К л ю ч е в ы е с л о в а : карельский язык, вепсский язык, фонология, чередование ступеней согласных.

I. P. Novak. VEPSIAN SUBSTRATUM IN THE KARELIAN SYSTEM OF INTERCHANGE OF CONSONANTS

All modern Karelian dialects to a greater or lesser extent have retained the Proto-Karelian phonological phenomenon of consonant interchange. However the Lude dialect has completely lost its qualitative form of alternation, and Livvi has lost the alternation of the plosive consonants which are located in the position after voiceless consonants, which is one of the main characteristic features of the Karelian Proper dialect. Apparently, this phenomenon is explained by the phonological representation of the degree of conservation of the Vepsian substrate in southern Karelian dialects, as alternation of consonants is not typical of modern Versian, but if it had been present before (which is questioned), then, obviously, it had already been lost at the moment of the Karelian – Vepsian contact. The paper deals with specific instances of alternation in Lude and Livvi due to Vepsian impact.

K e y w o r d s : Karelian, Vepsian, phonology, the interthange of consonants.

Выдающейся особенностью фонологической системы карельского языка, как и большинства прибалтийско-финских языков, за исключением вепсского и ливского, является наличие явления чередования ступеней согласных. Столь обширное распространение явления позволяет языковедам относить его формирование еще к прибалтийско-финскому языку-основе.

Чередование или альтернация – это факт различия звуков, занимающих одно и то же место в звуковой оболочке одной и той же морфемы в разных случаях ее употребления [Ахманова, 2007. С. 513–514]. Чередование ступеней согласных заключается в чередовании сильной и слабой ступеней в процессе словоизменения и словообразования. Выделяют радикальное и суффиксальное виды чередования. При радикальном, на рассмотрении которого остановимся в рамках данной статьи, происходит чередование алломорфов, выступающих в основе слова, в то время как суффиксальное затрагивает аффиксы. Во всех прибалтийско-финских языках радикальное чередование распространяется либо на одиночные смычно-взрывные согласные, находящиеся в интервокальном или постконсонантном положении, в результате чего происходит исчезновение или замена согласного другим (качественное чередование), либо на геминаты, что вызывает их сокращение до одиночного согласного (количественное чередование).

Сравнительный анализ систем чередования в карельском и ижорском языках, а также в восточных диалектах финского языка позволяет говорить о наличии в древнекарельском языке обоих видов радикального чередования [Ruoppila, 1955; Kettunen, 1959; Leskinen, 1963; Лаанест, 1966; Rapola, 1969; Hakulinen, 1972; Mielikäinen, 1981; Коппалева, 2008]. Очевидно, что количественное чередование в нем распространялось на смычно-взрывные геминаты **kk:k*, **tt:t*, **pp:p* и удвоенную аффрикату **čč:č.* В качественное чередование вступали смычно-взрывные согласные **k, *t, *p*, вероятно перешедшие в звонком фонетическом окружении в *g, d, b* в конце периода функционирования карельского праязыка. Их слабоступенными соответствиями в интервокальном положении являлись нуль звука, или альтернанты **j, *v*. В положении после звонких согласных смычно-взрывной либо выпадал, либо ассимилировался с предшествующим звуком. Чередование сочетаний согласных происходило следующим образом: **lk:l, *rk:r, *lt:ll, *rt:rr, *nt:nn, *mp:mm*. Прибалтийско-финское чередование **nk:nn*, скорее всего, утратило свою продуктивность в древнекарельском языке, так как отсутствует в большинстве его дочерних языков. Еще одной особенностью древнекарельской системы чередования, в сравнении с более ранней прибалтийско-финской, явилось чередование смычно-взрывных, выступающих в положении после глухих согласных: **sk:s, *hk:h*, **tk:t, *st:ss, *ht:h*. Х. Лескинен относит все эти виды чередования к карельскому языку-основе [Leskinen, 1963. S. 71–80, 109–116]. Т. Итконен же считает древнекарельскими только чередования **hk:h*, **ht:h* [Itkonen, 1971. S. 161]. Распространение чередования *sk:s* во всех восточных финских и собственно карельских диалектах, а также в ижорском языке позволяет отнести его формирование к древнекарельскому языку. Чередования *tk:t, st:ss* характерны только для ижорского языка и собственно карельского наречия. Вполне возможно, что формирование и этих чередований произошло одновременно с остальными, но они исчезли из восточных финских диалектов в результате западнофинского влияния.

В древнекарельском языке чередование происходило автоматически. На выбор ступени влияла закрытость/открытость слога: т. е. в слоге, заканчивающемся на согласный (закрытой слог), выступала слабая ступень, в слоге, заканчивающемся на гласный (открытый слог), сохранялась сильная. Это правило и до сих пор является доминирующим в карельском языке, все отступления от него объясняет языковая история.

Современные карельские наречия в разной степени сохранили древнекарельскую систему чередования. Если собственно карельское наречие отражает ее практически полностью, то ливвиковское и людиковское наречие представляют древнюю систему лишь частично.

Пр. **ливв.:** akku: akat *‘старуха: старухи’*, brihačču: brihačut *‘парень: парни’*, sugu: suvus *‘род: в роду’*, mado: mavot *‘змея: змеи’*, pada: puat/ poat *‘горшок: горшки’*, poigu: poijat *‘парень: парни’*, kando: kannot *‘пень: пни’*, ambuo: ammun *‘стрелять: я стреляю’*, langu: langat *‘нитка: нитки’*; **но** emändy: emändät *‘хозяйка: хозяйки’*, sel’gy: sel’l’äl *‘спина: на спине’*, kurgi: kurret *‘журавль: журавли’*, vihko: vihkot *‘тряпка: тряпки’*, lehti: lehtet *‘лист: листья’*, vaski: vaskel *‘медь: медью’*, lastu: lastut *‘щепка: щепки’*, itkie: itken *‘плакать: я плачу’*; **люд.:** harakke: harakad *‘сорока: сороки’*, nuotte: nuotad *‘невод: невоы’*, šeppe: šepäd *‘кузнец: кузнецы’*; **но** aige: aigad *‘время: времена’*, kydy: kydyd *‘деверь: деверя’*, taba: tabad *‘традиция: традиции’*, arge: argat *‘робкий: робкие’*, n’ylgie: n’ylgen *‘сдирать: я сдираю’*, nahke: nahkad *‘шкура: шкуры’*, pit’ke: pit’käd *‘длинный: длинные’*, rande: randas *‘берег: на берегу’* [Karjalan…, 1934; Lyydiläisiä…, 1934; Virtaranta, 1967; Образцы…, 1969; Баранцев, 1978; Образцы…, 1994; Бубрих, 1997].

Примеры наглядно показывают, что людиковское наречие, в сравнении с древнекарельским языком, не обнаруживает качественного чередование ступеней согласных, а ливвиков-

ское – чередования в слогах, выступающих далее второго слога в положении после сонорных согласных, а также чередования смычно-взрывных, выступающих в положении после глухих согласных. Кроме того, в ливвиковских диалектах слабоступенные соответствия сочетаний согласных *lg, rg* удвоились. Что же могло вызвать столь значительные изменения в системе чередования ступеней согласных в южных карельских диалектах?

Отсутствие чередования в сочетаниях *hk, sk, tk, ht, st* В. Руоппила объясняет формированием данного вида альтернации в древнекарельском языке уже после выделения из него предшественника современного ливвиковского наречия [Ruoppila, 1955. С. 13]. На современном этапе развития данного наречия довольно сложно обнаружить следы древнего наличия этих чередований, однако они есть. Ср., например, лексикализацию слабоступенных основ в словах kaheksa *'восемь'*, yheksä *'девять'*, kahičči *'дважды'*, ahista *'набивать'*. Вероятно, еще в древнекарельском языке чередование смычно-взрывных, выступающих в положении после глухих согласных, окончательно не оформилось и не получило фонологического характера, поэтому практически бесследно исчезло из ливвиковского наречия. Удалось также обнаружить следы древнего радикального качественного чередования и во всех людиковских диалектах. Пр. слд.: pidä-: piän *'держать: я держу'*, ruavakas *'работящий'* (<ruad *'работа'*), pidemb *'длиннее'* (<pitk *'длинный'*), yheksä *'девять'*, kohista 'шуметь'; срл.: pidä-: pien, ruad: ruavoz *'работа: на работе'*, tiä *'узнай'* (<tiedä- *'знать'*), n'äl'stüdä *'голодать'* (<n'äl'ge *'голод'*), huršti: huršid *'половик: половики'*; юлд.: olgi: oles *'солома: в соломе'*, kieral *'однажды'* (kerde *'раз'*); мхл.: kodi: koiz *'дом: в доме'*, pada: puakš *'горшок: горшком'*, d'äl'män'e *'последний'* (<d'äl'gi *'след'*), d'alg: d'allas *'нога: на ноге'*, kahesa *'восемь'*. Такие примеры доказывают, что на ранней стадии развития южных карельских наречий бытовали чередования, отсутствующие на данный момент. Современное представительство чередования в ливвиковских и людиковских диалектах можно объяснить влиянием древневепсского языка.

Современному вепсскому языку явление чередования ступеней согласных не свойственно. Пр. iga: igan *'возраст' ном. ед. ч.: ген. ед. ч.*, jaug: jaugan *'нога: ногу'*, härg: härgän *'бык: быка'*, pada: padas *'чугун: в чугуне'.* Мнения исследователей относительно альтернации в вепсском праязыке расходятся. Согласно первой точке зрения, вепсский язык утратил парадигматическое чередование ступеней согласных в процессе самостоятельного развития в результате выравнивания древнего фонологического явления. Эта теория, впервые озвученная Э. Н. Сетяля [Setälä, 1890. S. 38], довольно развита в прибалтийско-финском языкознании [Posti, 1938. S. 25; Tunkelo, 1938. S. 12–18; Turunen, 1965. S. 20–22]. Исследователи приводят различные доказательства наличия древнего чередования в вепсском праязыке, основным из которых является представительство количественного чередования в современных северном и среднем вепсских диалектах.

Согласно другой точке зрения, предложенной Л. Кеттуненом, чередование ступеней согласных сформировалось в прибалтийско-финском языке после выделения вепсского языка, следовательно, явление никогда не было характерно для последнего [Kettunen, 1919. S. 40–43; Laanest, 1972. S. 116–117]. Чередования геминат в вепсских диалектах данная теория объясняет влиянием карельского языка.

А. Пикамяэ, проанализировав вепсское количественное чередование, пришел к выводу, что в вепсском праязыке чередованию подвергались только геминированные согласные, при этом данный вид альтернации исчез со временем из его южного диалекта [Пикамяэ, 1957. С. 46–47]. Такое представительство чередования в вепсском праязыке могло бы объяснить количественное чередование в людиковском наречии карельского языка, сохранившем значительное вепсское наследие.

В независимости от того, было характерно вепсскому праязыку чередование или нет, понятно одно: на момент вепсско-карельского контактирования оно (или только его качественный вид) было утрачено. Отсутствие фонологического явления в вепсском языке вполне могло повлиять на соседние карельские диалекты.

Для анализа особенностей системы чередования в карельском языке важно учитывать тот исторический фон, на котором происходило формирование его наречий. Согласно Т. Итконену, на Карельском перешейке в конце первого тысячелетия произошло смешение двух диалектов прибалтийско-финского языка-основы – восточного и северного, что привело к формированию карельского и вепсского праязыков [Itkonen, 1983. S. 190–229, 349–386]. Древние карельские поселения занимали Карельский перешеек, а вепсские – Олонецкий [Sarhimaa, 1995. S. 201]. Исследователи отмечают, что уже в XIII в. первые выходцы с

Карельского перешейка переселялись на древние вепсские территории [Карелы..., 1983. С. 32]. Военные действия между Россией и Швецией XIV–XVII вв. привели к усилению данного процесса. Поток карелов с исторической родины хлынул в северные и центральные регионы современной Карелии, на тверские и новгородские земли, где оформилось собственно карельское наречие, являющееся прямым наследником древнекарельского языка. Переселение проходило также на Олонецкий перешеек, где в итоге сформировались ливвиковский и людиковский карельские наречия [Кочкуркина, 1987. С. 61–67]. Исследователи отмечают в ливвиковском наречии наличие вепсского субстрата, в то время как людиковское наречие называют переходной языковой формой, образовавшейся в результате смешения древнекарельского и древневепсского языков [Itkonen, 1971. S. 179].

Очевидно, в связи с особенностями территориального положения, при формировании ливвиковского наречия преобладающим оказался карельский компонент, в то время как в людиковском наречии он оказался менее значительным. Язык коренного вепсского населения, растворившись в языке переселенцев, не мог не оставить в нем своих следов. Поэтому, вероятнее всего, именно в результате вепсского влияния людиковское наречие утратило качественное чередование ступеней согласных. В ливвиковском же наречии контаминация привела к упрощению системы чередования ступеней согласных, т. е. выровнялось чередование смычно-взрывных, выступающих после сонорных, в пользу удвоенной согласной, что значительно упростило механизм чередования. Исчезли чередование сочетаний глухих со смычно-взрывными и чередование далее второго слога слова, очевидно не окрепшие еще в древнекарельском языке.

Список сокращений

ливв. – ливвиковское наречие карельского языка
люд. – людиковское наречие карельского языка
слд. – северный людиковский диалект
срл. – средний людиковский диалект
юлд. – южный людиковский диалект
мхл. – михайловский диалект людиковского наречия

Литература

Ахманова О. С. Словарь лингвистических терминов. М.: КомКнига, 2007. 576 с.

Баранцев А. П. Образцы людиковской речи. Петрозаводск: Карелия, 1978. 287 с.

Бубрих Д. В. Диалектологический атлас карельского языка. Хельсинки: SUS, 1997. 10 с. + 209 с. карт.

Карелы Карельской АССР / Ред. А. С. Жербин. Петрозаводск: Карелия, 1983. 288 с.

Коппалева Ю. Э. Чередование ступеней согласных в колтушском говоре финского языка. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. 50 с.

Кочкуркина С. И. Древние карелы. Петрозаводск: Карелия, 1987. 72 с.

Лаанест А. Ижорские диалекты. Таллинн: АН СССР, 1966. 183 с.

Образцы карельской речи: Говоры ливвиковского диалекта карельского языка / Г. Н. Макаров, В. Д. Рягоев. Л.: Наука, 1969. 282 с.

Образцы карельской речи: Говоры республики Карелии, тихвинских и тверских карел / Ред. В. Д. Рягоев, М. Есканен. Joensuu; Petroskoi, 1994. 459 с.

Пикамяэ А. Чередование ступеней согласных в основе слова в прибалтийско-финских и саамском языках: Сводка материалов кандидатской диссертации. Тарту, 1957. 50 с.

Hakulinen L. Suomen kielen rakenne ja kehitys. Helsinki: Otava, 1972. 633 s.

Itkonen T. Aunuksen ääneopin erikoispiirteet ja aunukselaismurteiden synty // Virittäjä 75. 1971. S. 153–179.

Itkonen T. Välikatsaus suomen kielen juuriin // Virittäjä 87. 1983. S. 190–229, 349–386.

Karjalan kielen näytteitä II / Toim. E. Leskinen. Helsinki: SKS, 1934. 144 s.

Kettunen L. Astevaihtelusta länsisuomalaisissa kielissä // Virittäjä 23. 1919. S. 36–55.

Kettunen L. Karjalan heimon ja karjalan kielen iästä ja alkuperästä // Virittäjä 44. 1940. S. 129–144, 289–301.

Kettunen L. Suomen murteet III. Murrekartasto. Helsinki: SKS, 1959. 213 karttaa.

Laanest A. Itämerensuomalaisten kielten ryhmitys-kysymyksiä // Virittäjä 76. 1972. S. 113–120.

Leskinen H. Luoteis-Laatokan murteiden äänehistoria: Konsonantit. Helsinki: SKS, 1963. 306 s.

Leskinen H. Suomen itämurteet keskiajan ja uuden ajan taitteessa // Viririttäjä 68. 1964. S. 97–115.

Leskinen H. Vepsän, karjalan ja inkeroisen asemasta kolmen äännepiirteen valossa // Itämerensuomalaiset kielikontaktit. Helsinki: Kotimaisten kielten tutkimuskeskus, 1990. S. 72–79.

Lyydiläisiä kielennäytteitä / Toim. H. Ojansuu. Helsinki: SUS, 1934. 310 s.

Mielikäinen A. Etelä-Savon murteiden äännehistoria 1. Jyväskylä: SKS, 1981. 335 s.

Ojansuu H. Karjala-aunuksen äännehistoria. Helsinki: SKS, 1918.182 s.

Posti L. Über den stufenwechsel im wepsischen // Finnisch-Ugrische Forschungen. 26, 1940. S. 1–25.

Rapola M. Johdatus Suomen murteisiin. Helsinki: SKS, 1969. 148 s.

Ruoppila V. Äyrämöismurteiden äännehistoria. Helsinki: SKS, 1955. 209 s.

Sarhimaa A. Karjalan kansat ja kielet kontakteissä // Virittäjä 99. 1995. S. 191–223.

Setälä E. N. Yhteissuomalaisten klusiilien historia. Helsinki: SKS, 1890. 228 s.

Tunkelo E. A. Vepsän kielen astevaihteluttomuudesta. Helsinki: SKS, 1938. 44 s.

Turunen A. Itäisten savolaismurteiden äännehistoria. Helsinki: SKS, 1959. 319 s.

Turunen A. Lyydiläismurteiden äännehistoria I. Helsinki: SUS,1946. 338 s.

Turunen A. Lyydin asema vepsän ja karjala-aunuksen välimurteistona // Virittäjä 51. 1947. S. 1–12.

Turunen A. Vepsän äännehistorian pääkohdat. Helsinki: Helsingin yliopisto, 1965. 126 s.

Virtaranta P. Lähisukukielten lukemisto. Helsinki: SKS, 1967. 240 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Новак Ирина Петровна
аспирантка
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: bel.irina@rambler.ru
тел.: (8142) 781886

Novak, Irina
PhD Student
Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: bel.irina@rambler.ru
tel.: (8142) 781886

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 153–155

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ТРОПА Ю. А. САВВАТЕЕВА (к 75-летию со дня рождения)



Имя Ю. А. Савватеева хорошо знакомо не только российским и зарубежным археологам, но и широкой аудитории, которая интересуется древними памятниками наскального творчества. Он по праву считается ведущим специалистом по петроглифам Карелии. Этот путь в науке длится более пяти десятков лет, и сегодня Ю. А. Савватеев все еще полон творческих сил, жизненной энергии и энтузиазма. Его исследовательская тропа весьма плодотворна и ярка, насыщена важными открытиями и интересными публикациями.

Начало восхождения Ю. А. Савватеева в прошлое Карелии относится ко второй половине 1950-х гг. В 1955 г. он впервые был в археологической экспедиции вместе с основателем карельской археологии Г. А. Панкрушевым. После этого проснулся глубокий интерес к археологии, молодой исследователь начал писать курсовые работы по данной тематике и участвовать в студенческих конференциях. В 1957 г. в сборнике научных работ студентов Петрозаводского университета появилась первая публикация Ю. А. Савватеева, посвященная древним поселениям Соломенного – пригорода Петрозаводска. С 1958 г. начинающий археолог вел самостоятельные раскопки древних поселений в Заонежье, на Южном Оленьем острове, на озере Чудозеро (в верховьях р. Суны), а несколько позже в Беломорском районе.

Самым выдающимся событием в археологии Карелии было открытие в сентябре 1963 г. новых групп петроглифов на Залавруге. Данное название к тому моменту уже прочно вошло в науку. В 1936 г. экспедиция исследователей из Ленинграда (руководитель В. И. Равдоникас) в дельте Выга, на пологом берегу одного из боковых рукавов реки, обнаружила довольно крупное скопление наскальных изображений, представляющих «исключительный по своему научному и художественному значению памятник первобытного искусства» (Равдоникас, 1936. С. 7). Вряд ли участники археологического отряда под руководством Ю. А. Савватеева, раскапывая спустя 73 года поселение эпохи раннего металла Залавруга I, ожидали, что под культурным слоем и под примыкающими к нему участками почвы им повезет найти еще более крупную концентрацию петроглифов (свыше одной тысячи новых изображений, включая уникальные образы и композиции). Раскопки на Залавруге позволили вернуть нам наскальные сокровища первобытной культуры, которые никто не видел уже 5 тысяч лет. Такое открытие – редкий случай в археологической практике и позволяет определить верхнюю границу бытования наскального творчества.

Это событие навсегда повернуло научные интересы Ю. А. Савватеева в сторону наскаль-

ных рисунков, сделало ведущей и самой любимой темой на протяжении десятилетий в его полевых работах и публикациях. Целенаправленные и интенсивные работы в Беломорье осуществлялись еще 7 лет. Беломорский отряд Института языка, литературы и истории КарНЦ РАН, по-прежнему возглавляемый Ю. А. Савватеевым, продолжил поиски петроглифов в других пунктах низовьев р. Выг. И тоже успешно. Новые их группы были зафиксированы на острове Ерпин Пудас и на нескольких маленьких безымянных островах (Савватеев, 1970).

Продолжателю дела А. М. Линевского и В. И. Равдоникаса пришлось нелегко. Безусловно, им во многом был учтен предшествующий опыт, но в процессе полевого документирования была разработана более совершенная и точная методика воспроизведения петроглифов (графитные протирки, многократная фотофиксация), предложено детальное описание их очертаний, стиля, техники выбивки, дан сравнительный анализ тематики с подобными объектами Карелии и Скандинавии.

Результаты многолетних работ в юго-западном Прибеломорье изложены Ю. А. Савватеевым в двух солидных томах «Залавруги» (изд-во «Наука», 1970 и 1977 гг.). В первом рассмотрены петроглифы, не только сами новые материалы, но и данные предшественников, намечены дальнейшие перспективы изучения памятников, направления практических и теоретических работ. Здесь содержится практически исчерпывающая полнота анализа историографических источников, корректная, без категоричности, оценка опыта предшественников, показана сложность и неоднозначность различных подходов при интерпретации памятников. Затронута и такая важная проблема, как сохранение и использование памятников наскального творчества, на что исследователи обычно редко обращают внимание. Несмотря на спорность ряда высказанных положений, многие наблюдения и выводы автора не устарели и до сего дня и не утратили своей научной актуальности.

Второй том «Залавруги» представляет собой публикацию многочисленных и весьма разнообразных материалов более 50 древних поселений, раскопанных в 1950 – начале 1970-х гг. неподалеку от Беломорских петроглифов. Памятники разновременны, отражают материальную культуру приморского населения на протяжении эпохи неолита – Средневековья. Немалая часть из них хронологически соотносится с эпохой петроглифов, следовательно, может иметь самое прямое отношение к создателям наскального искусства. В монографии сделана попытка выделить такие поселения и обосновать их связь с рисунками на скалах.

Таким образом, в двухтомнике Ю. А. Савватеева «Залавруга» подведены итоги изучения как петроглифов Беломорья, так и окружающих их поселений, мобилизованы все археологические источники, собранные к 70-м гг. прошлого века.

Проблематика петроглифов оказалась настолько разнообразной и увлекательной, что, вступив однажды в эту область, Ю. А. Савватеев уже не смог ее оставить. Вполне естественно, что после серьезных успехов в Беломорье исследователь обращает свой взгляд на другой пункт наскальных рисунков – Онежские петроглифы. Еще ранее Ю. А. Савватеев участвовал в научной дискуссии, посвященной интерпретации основных петроглифических образов Онежского озера (Савватеев, 1966, 1969). В статьях этого времени автору была близка «капканная» концепция А. М. Линевского, под влиянием которой он находился долгое время. Ю. А. Савватеев лично знал первооткрывателя Бесовых Следков еще с молодых лет, дружил с ним, а особенно сблизился после новых открытий в Беломорье. Он выступил с резкой критикой солярно-лунарной теории В. И. Равдоникаса, которую находил «не отвечающей исторической истине» (Савватеев, 1970. С. 122–123). Однако в ходе многолетних полевых изысканий на Онежском озере его взгляды в понимании самых загадочных фигур среди петроглифов претерпели определенные изменения и стали ближе к точке зрения В. И. Равдоникаса (Савватеев, 1992, 1996).

Планомерные полевые исследования наскальных изображений на восточном побережье Онежского озера и расположенных по соседству других археологических памятников Ю. А. Савватеев начал в 1972 г. и завершил в 1979 г. Они и здесь увенчались открытием новых наскальных рисунков, значительно обогативших наши знания о первобытном искусстве Карелии.

Производились фиксация, копирование, уточнение и обновление прежней документации по петроглифам, подготовка картографических материалов. Исследователем применялись новые методы выявления и фиксации памятников (ночное высвечивание скал с помощью прожектора судна, погружения под воду в аквалангах у мысов для поисков отколотых гранитных блоков с изображениями). Всего удалось открыть 11 новых скоплений петроглифов (в устье р. Водлы, на островах Большой Голец, Модуж, Малый Гурий, Корюшкин), несколько фигур обнаружены также под водой у мысов

Кладовец Нос, Пери Нос, Бесов Нос и Карецкий Нос. Велись также раскопки поселений эпох мезолита – бронзы на мысах Кладовец и Бесов Нос, по берегам р. Черной.

Ю. А. Савватеев предполагал издать полный каталог Онежских петроглифов (включая большой массив новых материалов), затронуть в нем проблемы датировки, культурной принадлежности, интерпретации, провести сравнительный и системный анализ археологических материалов соседних поселений, чтобы выявить памятники, синхронные наскальным рисункам. К сожалению, рукопись, принятую издательством «Искусство», опубликовать не удалось, лишь отдельные отрывочные сведения и прорисовки наиболее интересных фигур попали в научно-популярные издания (Савватеев, 1983, 2007).

Нельзя не отметить большой заслуги Ю. А. Савватеева в популяризации и сбережении историко-культурного наследия Карелии. Исследователю удалось доказать местным беломорским властям ценность объектов наскального искусства. Его активная позиция способствовала сохранению петроглифов Бесовы Следки (сооружение защитного павильона) и Залавруги (полная расчистка территории петроглифов). С 1990-х гг. и в последнее время Ю. А. Савватеев активно участвует в проектах музеефикации Онежских и Беломорских петроглифов.

В конце 1980-х гг. Ю. А. Савватеев становится директором Института языка, литературы и истории КарНЦ РАН и остается на этом посту шестнадцать лет, до 2005 г. Это были очень непростые годы для отечественной науки, приходилось решать вопросы, связанные с выживанием института. На научную работу времени оставалось немного. В этот период Юрий Александрович увлекся историей науки в Карелии. В сфере его внимания оказывается история родного института, особенно в период становления последнего, он готовит серию очерков об известных исследователях, стоявших у истоков академической гуманитарной науки в Карелии. Особой страницей в биографии Ю. А. Савватеева как исследователя и организатора науки является инициированный им и руководимый в течение многих лет проект энциклопедии «Карелия».

Ю. А. Савватеев с годами не стареет, выглядит оптимистом, несмотря на довольно нелегкую жизнь. Обладает неуемной энергией, жаждой знаний, любопытством к жизни, вечно полон разных идей и желания претворить их в жизнь. Доброжелательный, внимательный, всегда выслушивает коллег, интересуется их проблемами. Пожелаем же ему дальнейших творческих достижений и свершений, пусть претворятся в жизнь его еще не осуществленные мечты и замыслы.

Н. В. Лобанова

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 156–157

НИНА НИКОЛАЕВНА МАМОНТОВА
(к 70-летию со дня рождения)



Нина Николаевна Мамонтова родилась 19 июля 1941 г. в Петрозаводске. Ее родители переехали в город из пригородного села Виданы в 1930-е гг. Отец проработал всю жизнь на железной дороге, а мама вела хозяйство большой семьи, в которой было пятеро детей. Интерес к филологии привел Нину Николаевну на историко-филологический факультет Петрозаводского университета, который она окончила с отличием в 1964 г. По распределению уехала работать учителем русского языка и литературы с пос. Гирвас Кондопожского района. Вернувшись в Петрозаводск, работала в библиотеке, затем была на комсомольской работе, откуда, разочаровавшись, вскоре ушла в университет лаборантом на кафедру русского языка. В Институт языка, литературы и истории КарНЦ РАН она пришла в 1970 г. по объявлению. Институту тогда требовался специалист по прибалтийско-финскому языкознанию. Будучи специалистом по русской филологии, Н. Н. Мамонтова выросла в семье, где домашним языком был людиковский диалект карельского языка. Она была принята научным сотрудником в сектор языкознания. Руководивший тогда сектором Г. М. Керт предложил ей заняться топонимикой – совсем новым направлением лингвистических исследований, которое начало интенсивно развиваться в стране только в 1960-х гг.

Именно с приходом на работу в Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН Нины Николаевны Мамонтовой начались планомерные топонимические исследования в Карелии. Хотя разрозненные публикации Г. М. Керта (инициатора развития топонимического направления в Карелии) и его аспиранта В. Лескинена появлялись и до этого, они носили эпизодический характер и базировались на отрывочных разрозненных материалах. Для полноценных исследовательских работ необходимо было формировать исследовательскую базу. Понимая это, Н. Н. Мамонтова начала свою деятельность с создания Научной картотеки топонимов Карелии и сопредельных территорий. Основу картотеки составили материалы, собранные ею в ходе полевых экспедиций на территории проживания карелов-ливвиков в южной Карелии. В течение последующих 40 лет детище Нины Николаевны ежегодно пополнялось и ею самой, и ее коллегами в ежегодных полевых экспедициях. В настоящее время картотека насчитывает более 300 тысяч единиц хранения – топонимических карточек, составленных по результатам экспедиционных сборов. С учетом того, что на большинство топонимов заполнено несколько карточек, общее число хранящихся в картотеке названий составляет приблизительно 100 000. В соответствии с названием картотека включает в себя топонимические материалы, собранные в Карелии и на сопредельных территориях Архангельской, Вологодской и Ленинградской областей.

В списке работ Н. Н. Мамонтовой центральное место занимает монография «Структурно-семантические типы микротопонимии ливвиковского ареала Карельской АССР (Олонецкий район)» (1982), подготовленная на основе рукописи кандидатской диссертации, защищенной в 1982 г. В ней предложен анализ карельских названий Олонецкого района с точки зрения формы и содержания. Эта работа была очень

нужной для своего времени, поскольку позволила вписать карельскую топонимию в прибалтийско-финский контекст, представленный исследованиями по финской, эстонской, ливской и водской топонимии. Схема описания, предложенная в монографии, была позднее воспроизведена в определенных элементах при исследовании вепсской топонимии. Получило поддержку исследователей проводимое ею деление топонимов с позиций особенностей номинации на локативные, посессивные и квалитативные. Автора интересует феномен микротопонима, с одной стороны, близкого к апеллятивной лексике, с другой – представляющего уровень вторичной номинации. В работе сформулированы основные признаки микротопонима: отсутствие четко выраженной формульности, вариативность, а также описательность, обусловленная тесной связью с реальной действительностью.

Другому аспекту бытования топонимов – их связи с ландшафтно-географическими особенностями местности – посвящена подготовленная совместно с автором данной публикации работа «Прибалтийско-финская географическая лексика Карелии» (1991). В ней, во-первых, представлены в формате словаря карельские и вепсские местные географические термины, в том числе редкие, уже ушедшие или уходящие из активной языковой практики, во-вторых, выявлены определенные закономерности их функционирования в топонимии.

Не обошла Н. Мамонтова вниманием и такого существенного для прибалтийско-финской топонимии вопроса, как образование топонимов от антропонимов – личных имен, фамилий, прозвищ. В топонимии сохранились многочисленные уже ушедшие из употребления народные формы православных имен, а также элементы неправославного карельского именослова. Публикации такого рода имеют, безусловно, культурно-историческую ценность.

Список публикаций Н. Н. Мамонтовой, к сожалению, не столь обширен, как он мог бы быть, поскольку многие годы она занимала должность ученого секретаря института – одну из самых хлопотных и одновременно самых нужных в научном учреждении. При этом ее секретарство пришлось на очень непростые для выживания академической науки годы (1992–2005). То, что институт сумел пережить неблагополучное время и сохраниться, – это, безусловно, и результат работы ученого секретаря. Следует упомянуть также о том, что в 90-е гг. по инициативе и под редакторством Нины Николаевны вышло несколько сборников из серии «Ономастика Карелии», послуживших объединению и профессиональному росту специалистов, работающих в области ономастики в Карелии.

Особое место среди публикаций занимает выдержавшая уже несколько изданий книга «Загадки карельской топонимики», написанная в соавторстве с Г. М. Кертом. Научно-популярная по жанру книга, предлагающая расшифровку наиболее известных топонимов Карелии – названий рек, озер, городов, пользуется неизменным интересом читателей. Парадоксально, что первая, самая ранняя из вышедших в Карелии книг по топонимии (1976 г.) является на сегодняшний день самой популярной – благодаря удачно выбранному жанру рассказа, легкому и доступному для читателя изложению.

Много внимания Нина Николаевна уделяла пропаганде топонимики. В течение целого ряда лет она читала курс лекций по топонимике в Петрозаводском университете, публиковала в местной печати заметки о географических названиях Карелии, выступала с лекциями перед населением. Она была организатором республиканского конкурса по топонимике, объединившего краеведов, учителей, библиотекарей, всех, кто помнил еще названия многочисленных сельскохозяйственных и лесных угодий, водных объектов и их частей, а также других примечательных мест своей малой родины. По результатам конкурса был издан сборник наиболее интересных и информативных материалов под названием «Родные сердцу имена». Она была и инициатором создания в институте Ономастического центра – своеобразной топонимической службы, призванной решать прикладные задачи по унификации топонимов, ликвидации разнобоя в их написании и произношении. Центр отвечал на запросы различных служб и жителей Карелии о происхождении и употреблении географических названий республики, а также имен и фамилий. В связи со становлением карельского литературного языка был предложен нормативный словарь наименований населенных мест на карельском языке. К сожалению, с выходом Нины Николаевны на пенсию работа центра практически свернулась.

Выйдя на пенсию, Нина Николаевна увлеклась сбором сведений об истории своей семьи и родовой деревне ее предков – Виданах. В планах подготовка книги о семье на людиковском диалекте. Искренне желаем ей успеха в этом начинании. От себя хочу поблагодарить Нину Николаевну за то, что много лет назад она привлекла меня к топонимике и передала свою увлеченность загадками этой науки.

И. И. Муллонен

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 158–159

МАЙЯ ФЕДОРОВНА ПАХОМОВА
(к 85-летию со дня рождения)



Литературовед, литературный критик, специалист по истории литературы Карелии, литературным взаимосвязям, кандидат филологических наук М. Ф. Пахомова (1926–2003) родилась в г. Олонце. Корни ее уходят в с. Михайловское Пряжинского района, место компактного проживания карелов-людиков.

Во время Великой Отечественной войны находилась в эвакуации в г. Оса Пермской области, где училась в школе и педагогическом училище. В 2000 г. в сектор литературы Института языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН пришло письмо из этого училища. Авторы послания сообщили, что в их учреждении создан музей, в котором представлены его выпускники, ставшие впоследствии известными людьми. С того времени в данном учебном заведении М. Ф. Пахомовой посвящен уголок, где есть ее фотографии, книги и другие материалы.

Вернувшись из эвакуации, М. Ф. Пахомова окончила Карело-Финский учительский институт (1946) и Карело-Финский государственный университет (1950). Несколько лет преподавала в республиканской партийной школе и культпросветучилище. С 1956 по 1983 г. работала в ИЯЛИ Карельского филиала Академии наук СССР.

Майя Федоровна была первым и единственным карельским литературоведом, окончившим аспирантуру Института мировой литературы им. А. М. Горького АН СССР по специальности «советская литература». Ее кандидатская диссертация «Горьковские традиции в творчестве Ф. Гладкова», защищенная в 1962 г., и первые книги «Пришвин и Карелия» (1960), «Михаил Михайлович Пришвин» (1970) были посвящены русской литературе. Однако основным направлением ее научных исследований становится история и современное состояние финноязычной литературы Карелии.

Несмотря на то что в 1954 г. вышли «Очерки литературы Карело-Финской ССР», не было четкого представления об объеме и характере произведений, созданных на финском языке (втором литературном языке республики), поэтому М. Ф. Пахомова совместно с Н. С. Полищук подготовили первый фундаментальный труд «Летопись литературной жизни Карелии (1917–1961)», вышедший в 1963 г. Позднее М. Ф. Пахомова была научным редактором последующих выпусков за 1962–1966, 1967–1971, 1972–1976 гг.

Она стала одним из авторов «Очерка истории советской литературы Карелии» (1969) и ряда статей для «Краткой литературной энциклопедии», «Большой советской энциклопедии», многотомной «Истории советской многонациональной литературы». В своих монографиях «Карелия в творчестве советских писателей» (1974), «Эпос молодых литератур» (1977), «Жанрово-стилевые искания современной прозы Карелии» (1981) М. Ф. Пахомова проявила себя в качестве исследователя, способного на широкие обобщения и постановку теоретических проблем.

М. Ф. Пахомова принимала участие в составлении «Антологии карельской поэзии» (1963), сборников произведений карельских авторов «Лесные мелодии» (1967), «Озеро шумит» (1973), «Белыми скалами линия фронта легла» (1974) и других. В исследовании «Карелы» (1983) ей принадлежат разделы о литературе республики. В своих многочисленных статьях М. Ф. Пахомова анализировала произведения ведущих прозаиков республики. Одной из первых она обратила внимание на творчество В. Брендоева, ставшего в дальнейшем основоположником карелоязычной литературы.

В своих статьях литературоведы, писатели, журналисты называли М. Ф. Пахомову усердным и неутомимым исследователем, «острым пером», основоположником литературоведения.

М. Ф. Пахомова – заслуженный работник культуры КАССР, награждена Почетными грамотами Президиума Академии наук СССР, Верховного Совета и Совета Министров КАССР, медалями, с 1976 г. – член Союза советских писателей.

Н. В. Чикина

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 160–162

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

Maria Lähteenmäki. Maailmojen rajalla. Kannaksen rajamaa ja poliittiset murtumat 1911–1944. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 2009.

(Мария Ляхтеенмяки. На границе миров. Пограничье Перешейка и политические разломы 1911–1944 гг.).

Карельский перешеек в течение нескольких столетий находился в положении промежуточной зоны и спорной территории между Россией и Финляндией, шведской, а затем независимой. Граница здесь на протяжении веков, начиная с Ореховского договора 1323 г., несколько раз менялась. В результате Северной войны, итог которой был подведен Ништадтским миром 1921 г., вся территория Перешейка отошла к России, а в 1743 г. была включена в состав новообразованной Финляндской, или Выборгской, губернии. Однако после того как в результате русско-шведской («финской») войны 1808–1809 гг. было образовано автономное Великое княжество Финляндское под властью российской короны, Выборгская губерния императорским манифестом от 11 декабря 1811 г. была передана в состав Великого княжества.

По мере роста напряженности в отношениях между имперским центром и финляндской окраиной в российской столице все чаще высказывались мысли об ошибочности решения, принятого в 1811 г. императором Александром I. В 1910–1911 гг. был разработан проект о передаче нескольких волостей на Карельском перешейке в состав коронной России. До начала мировой войны, однако, он не был претворен в жизнь. После обретения Финляндией политической независимости вопрос о границе между новой Финляндией и новой (Советской) Россией принял чрезвычайно острый характер: существовавшая линия границы не удовлетворяла ни ту, ни другую сторону. Пограничный вопрос явился одним из самых сложных проблем на мирных переговорах в Тарту в 1920 г. Мирный договор, подписанный 14 октября, определил бывшую административную границу в качестве государственной.

Стремление советского руководства в конце 1930-х гг. добиться пересмотра границы с Финляндией, не встретившее взаимопонимания с финской стороны, закончилось, как известно, тем, что Кремль перешел к силовому варианту решения пограничного вопроса. Карельский перешеек дважды – в ходе «зимней» войны 1939–1940 гг. и так называемой «войны продолжения» (по финской терминологии) 1941–1944 гг. – становился ареной военных действий. В 1944 г. территория Перешейка окончательно оказалась в советских руках.

Перипетии истории Карельского перешейка (или просто Перешейка, как его часто называют в Финляндии) на протяжении наполненного драматическими событиями исторического периода, охватывающего чуть более 30 лет, от кануна Первой мировой войны до конца «войны-продолжения», стали предметом рассмотрения в монографии авторитетной финской исследовательницы Марии Ляхтеенмяки. Известен интерес М. Ляхтеенмяки к проблеме приграничных территорий. Ее авторству принадлежат работы по истории финской Лапландии. В одной из них рассматривается положение финляндского Севера во время Второй мировой войны, в другой – история Северного Калотта в «великокняжеский» период: от «финской» войны до конца XIX в. (Lähteenmäki M. Jänkäjääkäreitä ja parakkipiikoja. Lappilaisten sotakokemuksia 1939–1945. Helsinki, 1999; idem. Kalotin kansaa. Rajankäynnit ja vuorovaikutus Pohjoiskalotilla 1808–1889. Helsinki, 2004 (английское издание: Lähteenmäki M. The Peoples of Lapland: Boundary Demarcations and Interaction in the North Calotte from 1808 to 1889. Helsinki, 2006)). В своей новой работе автор обращается к проблемам истории другой приграничной финляндской территории, расположенной в южной части страны (в настоящее

время, в отличие от Лапландии, Финляндии не принадлежащей).

Лапландию и Карельский перешеек, при всех своих различиях, природных, этнических, исторических и т. д., роднит одна общая черта: эти территории были расположены на «границе миров»: на стыке различных государств, на перекрестке разнообразных культурных влияний. Свой опыт изучения такой пограничной, в прямом и переносном смысле слова, территории М. Ляхтеенмяки приложила теперь к финляндско-российскому пограничью на Перешейке. Основной предмет исследования в книге: внутренняя история пограничной территории Карельского перешейка на фоне политической истории Финляндии и советско-финляндских отношений.

В своей работе автор анализирует роль приграничных волостей Карельского перешейка в великокняжеский период как связующего звена между Финляндией и столицей Российской империи. С Карельским перешейком тесно связаны имена выдающихся деятелей русской литературы и живописи (М. Горький, К. Чуковский, А. Блок, И. Е. Репин, В. А. Серов, Н. К. Рерих). В то же время ситуация на Перешейке служила источником дополнительной напряженности в то и без того непростое время, которое в финской историографии принято называть «периодом охлаждения» («routakausi»). Приграничные территории Великого княжества активно использовались русскими революционерами, поскольку местные власти закрывали глаза на их активность на финской территории. Здесь укрывались В. И. Ленин и другие деятели большевистской партии, проводились партийные совещания, в населенных пунктах Перешейка устраивались хранилища и перевалочные базы для доставки в Россию нелегальной литературы, оружия и взрывчатых веществ. С этим и была связана разработка законопроекта о присоединении нескольких приграничных волостей Перешейка к коронной России, вызвавшего в Финляндии резко негативную реакцию. Автор в этой связи обращает внимание на деятельность Микко Уотинена, писателя и политика из поселка Терийоки (нынешний Зеленогорск), который активно боролся против реализации этого законопроекта, издав в 1911 г. книгу «Uhatut pitäjät» («Угрожаемые волости»).

После обретения Финляндией национальной независимости Карельский перешеек зимой – весной 1918 г. стал ареной военных действий в ходе финляндской гражданской войны. Примечательно, что лишь с недавнего времени в работах финских авторов в названии событий зимы – весны 1918 г. начал использоваться термин «гражданская война» («sisällissota»). Ранее на протяжении многих десятилетий эта война именовалась в финской историографии «освободительной» («vapaussota»). Эти события нашли отражение на страницах монографии М. Ляхтеенмяки. В частности, интерес представляют характеристика личности и деятельности красного коменданта Терийоки Хейкки Кальюнена, описание военных действий в районе Рауту и Куоккала и белый террор, последовавший за победой белых.

Далее в книге рассматривается история Терийоки и других близлежащих волостей Перешейка в период 1920–1930-х гг., когда они составляли пограничную зону независимой Финляндии. Особенностью существования этих волостей в указанный период было их положение в качестве «закрытой зоны». Одной из серьезных проблем этого периода была контрабанда, которой в книге уделяется пристальное внимание. Контрабанда существовала и в имперский период и приобрела особенно угрожающие размеры в первые годы финляндской независимости. Меры по улучшению охраны границы не могли привести к полному искоренению контрабанды, так как в этот промысел была втянута значительная часть населения по обе стороны от границы. В книге отражены перипетии той упорной, но не слишком успешной борьбы, которые местные власти вели с контрабандой. Отражение на страницах книги нашло также функционирование так называемых «окон» на границе, которыми пользовались самые разные силы: разведывательные органы обоих сопредельных государств, финская коммунистическая эмиграция в СССР, русские «белоэмигранты» в Финляндии. Автором затронута и беженская проблема. Вплоть до середины 1930-х гг. пограничную линию на Карельском перешейке в обе стороны постоянно переходили, легально и (чаще) нелегально, самые различные группы людей: беженцы из Советской России, «красные» финны, ингерманландцы, трудовые мигранты. Передвижение всех этих людей через пограничную зону наложило свой отпечаток на историю Перешейка.

Наряду с этими проблемами, в книге рассматриваются и общие вопросы экономической, социальной, культурной истории приграничья. Здесь постепенно складывалась своя особая местная идентичность. Карельский перешеек играл важную роль в истории русской диаспоры в Финляндии. Несмотря на все сложности: распространение антирусских настроений в Финляндии, недоверие со стороны

властей, которые стремились не допускать пребывания русских в приграничных районах, стремление финских националистов полностью «финнизировать» Карельский перешеек, значительная часть русского населения Финляндии размещалась в Выборгской губернии, и русская культурная жизнь на Перешейке продолжала активно развиваться.

В книге затрагивается и еще одна сторона истории Карельского перешейка: его положение как курортной зоны и туристического объекта. Несмотря на свое положение закрытой пограничной территории, Перешеек, прежде всего так называемая «Северная Ривьера» (побережье Финского залива между Оллила и Терийоки), постепенно возрождался в своем традиционном качестве зоны отдыха. С конца 1920-х гг. Северная Ривьера переживала второй, после конца XIX – начала XX в., туристический бум. В Терийоки активно возводились новые гостиницы и санатории. Перешеек начал привлекать финских писателей и художников, так же как в начале века он привлекал русских деятелей культуры.

Мирный период истории Карельского перешейка был прерван событиями «зимней» войны 1939–1940 гг. В итоге войны весь Перешеек был потерян для Финляндии, и все его население было вынуждено эвакуироваться вглубь страны. «Война-продолжение» 1941–1944 гг. рассматривается в книге прежде всего с точки зрения стремления финнов вернуть свои утраченные территории и возродить их как части Финляндского государства. Как известно, осенью 1941 г. финским войскам удалось выйти на линию довоенной границы. Здесь автор анализирует такое явление, как отказ многих финских солдат продолжать наступление за линию старой границы, так как с освобождением своей территории они считали свою миссию выполненной. Это обстоятельство послужило одной из основных причин того, что финское наступление было в конечном итоге остановлено, и до лета 1944 г. активных действий на этом участке фронта не велось. Дело было вовсе не в том, что финское командование изначально не собиралось переходить старую границу (утверждение, которое можно увидеть в некоторых публицистических изданиях). Летом 1944 г. в результате советского контрнаступления (Выборгская наступательная операция) финским войскам пришлось снова и теперь уже окончательно отступить с Перешейка. В той части книги, которая касается военных событий, автор не стремится подробно описывать военные действия (это уже неоднократно делалось в самых разных изданиях), а рассматривает главным образом отражение войны в судьбах отдельных людей, обращаясь в первую очередь к свидетельствам очевидцев и участников событий.

В заключении книги подводится итог той роли, которую приграничье Карельского перешейка сыграло в истории Финляндии. Исследование М. Ляхтеенмяки основано на солидной источниковой и историографической базе. Использованы документальные материалы из нескольких архивов, в частности, Национального архива (Kansallisarkisto) и Военного архива (Sota-arkisto) в Хельсинки, провинциального архива Миккели, Ленинградского областного государственного архива в г. Выборге. Активно использованы также опубликованные источники, воспоминания, центральная и местная финская пресса. Конечно, в книге не обошлось без некоторых пробелов, связанных в первую очередь со слабым знакомством автора с российской историографией истории рассматриваемых территорий. Вследствие этого обстоятельства в книге почти не нашел отражения, к примеру, такой интересный вопрос, как первая советизация Карельского перешейка в 1940–1941 гг. Однако в целом можно констатировать, что новая монография Марии Ляхтеенмяки представляет собой существенный вклад в изучение истории такой важной для двух соседних государств – Финляндии и России – территории, как Карельский перешеек, и проблемы пограничных территорий в целом.

В. И. Мусаев

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 163–167

ТИХВИНСКИЕ КАРЕЛЫ-СТАРООБРЯДЦЫ В ИССЛЕДОВАНИИ О. М. ФИШМАН

И. Ю. Винокурова

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Российское и зарубежное кареловедение достигло значительных успехов в деле изучения карельского народа, имеющего достаточно драматический путь развития и яркую самобытную культуру. Оно включает немало трудов, которые без преувеличения можно назвать классическими произведениями. Тем не менее в научном наследии о карелах остаются значительные пробелы. В годы довлеющей над научными умами марксистско-ленинской идеологии с ее взглядами на несовместимость религии с коммунистической формацией закрытой для исследований была православная тематика с такими, например, проблемами, как христианизация карелов, церковный раскол и распространение на карельских землях старообрядческих течений и толков. В постперестроечный период этот пробел начал успешно ликвидироваться.

В 2003 г. была опубликована монография ведущего специалиста по карельской этнографии О. М. Фишман «Жизнь по вере: тихвинские карелы-старообрядцы», которая представляет собой первый в отечественной и зарубежной науке фундаментальный труд, посвященный исследованию феномена карельского старообрядчества. Объектом исследования явилась совершенно не изученная в этнографическом отношении локальная группа карельского этноса – «тихвинские карелы», проживающая в современном Бокситогорском районе Ленинградской области. Как справедливо отмечает автор монографии, принадлежность этой группы к федосеевскому согласию никогда не привлекала внимания отечественных специалистов. Таким образом, актуальными представляются как предмет, так и объект исследования. Его хронологические рамки охватывают значительный период – с конца XVII в. и фактически до наших дней. Монография легла в основу диссертации О. М. Фишман «Тихвинские карелы-старообрядцы: методология и результаты комплексного изучения феномена локальной этноконфессиональной группы», представленной на соискание ученой степени доктора исторических наук по специальности – 07.00.07 – этнография, этнология и антропология, которая была блестяще защищена 4 апреля 2011 г. в Музее антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера). Для российского кареловедения данный факт является знаменательным событием, поскольку это первая докторская диссертация по этнографии карелов. Настоящая статья посвящена анализу этого важного для этнографической науки исследования.

Уже при первом знакомстве с тихвинскими карелами у исследователя вызывает удивление стойкое сохранение на протяжении трех с половиной веков этого маленького национального островка в окружении мощного массива русского населения. Достаточно привести хотя бы такой факт. Вплоть до сегодняшнего дня карельские дети Тихвинщины (пусть даже не все) знают карельский язык, несмотря на то, что в местной школе карельский язык не преподается. Это выглядит парадоксально на фоне соседних вепсов (южная группа), где школьники изучают родной язык, но общение с детьми в семьях уже давно ведется на русском языке. Как представляется, именно желание найти причины высокой стабильности этой карельской группы и послужили толчком для О. М. Фишман обратиться к исследованию.

Существуют разные подходы к изучению локальных групп. Согласно одному из наиболее распространенных – историко-культурному, собранные данные гуманитарных наук, касающиеся различного по масштабу локуса, систематизируются и анализируются по традиционным этнографическим рубрикам. Такого плана работы, в том числе и по карелам, встречаются

чаще всего, например, коллективные монографии, посвященные материальной и духовной культуре сегозерских карелов, истории и культуре Суйсари, Сямозера и др. О. М. Фишман пошла по новому пути исследования. Она поставила цель разработать методологию комплексного изучения и описания феномена локальной группы, дав ей точное определение «этноконфессиональная», роли старообрядчества в ее формировании и сохранении [Фишман, 2011. С. 6]. Впечатляет новизна, масштаб и успешное решение поставленных задач работы, их 8, и каждая может стать предметом самостоятельного исследования. Перечислим только некоторые из микротем (в работе они связаны единым стержнем): миграционная и конфессиональная история карелов за три с половиной века; значение устных нарративов для характеристики концептов исторической памяти; освоение новой среды карельскими мигрантами; групповое этническое и конфессиональное самосознание; языки повседневного и фольклорного общения, конфессиональной практики; система этноконфессиональных символов; реконструкция структуры карельской старообрядческой общины; изучение системы лидерства; таинства федосеевцев; описание правил благочестия и др.

Композиционно каждая глава диссертации или ее отдельный параграф посвящены реализации одной из поставленных задач. Их успешное решение стало возможным благодаря разработанной автором новой комплексной методологии исследования, которую О. М. Фишман определяет «как совокупность традиционных для этнографии и заимствованных из смежных / пограничных гуманитарных дисциплин подходов и приемов». Среди них можно выделить «сквозные», используемые на протяжении всего исследования, и «дополнительные», применяемые при исследовании отдельных микропроблем. Стержневым стал феноменологический подход, задача которого заключается в познании системы образований сознания, конституирующих (имманентно) объективный мир. Определив исходную позицию – «карельско-старообрядческое» самосознание группы, автор виртуозно показывает, как оно проявляется в языке, способах мировидения, поведении, социальной организации, фольклоре и т. д.

Диссертация основывается на обширной источниковедческой базе, включающей опубликованные теоретические труды по старообрядчеству историков, философов, представителей старообрядческих церквей России; работы по региональному старообрядчеству и изучению локальных групп; исследования по истории, лингвистике, этнографии и фольклору народов Европейского Севера и др.; различные письменные и вещественные свидетельства из архивов и музеев России, Эстонии, Финляндии; экспедиционные собрания. Оригинальные полевые материалы автору удалось собрать в многочисленных научных экспедициях благодаря редкому профессиональному мастерству ведения диалога с информантами и специальной методике. В диссертации порою представлена очень сокровенная информация, которой, как я знаю по собственному опыту, закрытые карелы-староверы охотно делились далеко не с каждым исследователем, к тому же предпочитая для бесед представителя своей национальности, хорошо знающего их язык.

Анализ группы тихвинских карелов правомерно начинается с рассмотрения событий, предшествующих их поселению в Тихвинском крае: христианизация, войны России и Швеции XVI–XVII вв. и их результат – массовая миграция карелов в глубь России. Автор, прекрасно ориентируясь в огромном количестве новых и уже известных исторических источников, дает современное толкование причин «исхода» карелов из Карельского уезда после подписания Столбовского мирного договора 1617 г.: социально-экономический и национальный гнет, конфессионально-репрессивная политика Шведского правительства. Причем особо отмечает, что по переписным книгам 1646 г., сами карелы первую причину своего переселения определяли как «бежали... для веры» [Фишман, 2011. С. 78]. Именно эта причина часто замалчивалась, принижалась или критиковалась в научной литературе советского периода. Например, признанный авторитет в вопросах карельской этнографии Ю. Ю. Сурхаско, анализируя книгу Т. Вуорела «Народы, родственные финнам», писал: «Касается автор и вопроса переселения карел в Россию в 17 веке, явно преувеличивая при этом роль религиозных мотивов» [Сурхаско, 1966. С. 155]. О. М. Фишман удалось убедительно показать роль Русской Православной церкви в выборе карельским народом своей судьбы – вместе с единоверцами русскими в составе Российского государства. Как точно высказывается по этому поводу исследовательница, «верность православию означала для карел сохранение собственного этнокультурного единства» [Фишман, 2011. С. 78]. О. М. Фишман присоединяется к мнению исследователей русской православной культуры о том, что в советский период «православие, пронизывающее в действительности все сферы народной

жизни, не только не изучалось (за малым исключением), но и нарочито затемнялось, проявления его искажались». Наблюдалось «тенденциозное выпячивание языческих элементов при замалчивании христианских основ духовной жизни народа» [Громыко и др., 1993. С. 60]. Новый взгляд на роль православия в карельской народной культуре, представленный в диссертации, позволяет пересмотреть прежние суждения многих советских исследователей.

Очень важной является проделанная О. М. Фишман работа по определению точных мест расселения карельских мигрантов на территории Новгородчины, Вологодчины и Верхневолжья и темпах их ассимиляции в последующие века. Эти данные крайне необходимы исследователям, изучающим неоднородный этнокультурный ландшафт Северо-Запада России.

Переход к характеристике конфессиональной принадлежности тихвинских карелов – федосеевскому согласию – автор логично предваряет обстоятельными экскурсами по истории старообрядчества, о распространении беспоповского направления и одного из его согласий – федосеевства на Северо-Западе, особо выделяя в них карельское участие. Некоторые приведенные данные в очередной раз заставляют по-иному взглянуть на устоявшиеся в науке выводы на карельскую культуру, дать правильное объяснение некоторым непонятным явлениям. Так, в карельской этнографии, начиная с дореволюционных исследователей, стало уже общим местом утверждение, что у северных карелов «венчанье не считается безусловно необходимым для заключения брачного союза, достаточно других свадебных обрядов» [Ефименко, 1878. С. 106]. Существовали и попытки интерпретации такого отношения к церковному обряду. Исследователи первой половины XX в. И. В. Оленев и Г. Х. Богданов в качестве причин называли высокую плату за венчание (5–25 руб. или корова), большие расстояния и плохие дороги между севернокарельскими церквами и деревнями [Оленев, 1917. С. 133; Богданов, 1930. С. 50]; ученые более позднего советского времени – стойкое сохранение язычества у карелов и вытекающее из этого «пренебрежительное отношение» к церкви. Однако по поводу данных интерпретаций возникал вопрос, почему выдвинутые причины не сказывались на соблюдении церковного обряда южнокарельским и вепсским населением. Благодаря работе О. М. Фишман мы находим на него ответ. В диссертации исследовательницей названо большое количество приходов Карельского края, преимущественно расположенных на севере, еще в начале XX в. зараженных расколом: Кемский, Сорокский, Шуезерский, Олангский, Кестенгский, Нюхченский, Тунгудский, Шиженский, Маслозерский, Кондокский, Шуерецкий, Пильдозерский и Сумский. Именно с позиции старообрядчества беспоповского направления, отрицавшего церковные ритуалы, следует объяснять безразличие к венчанию, а также отмечаемое исследователями малое количество церквей на севернокарельской территории [Конкка, 1992. С. 228]. Кроме того, старообрядческую карту Карелии и Новгородчины, реконструированную автором, необходимо принимать во внимание при изучении традиционной культуры населения этих мест и ее интерпретации.

Для реконструкции локальной истории тихвинской этноконфессиональной группы автор впервые обращается к таким фольклорным жанрам у карелов как предания и легенды. В этой связи уместно будет заметить, что карельские легенды и предания никогда систематически не собирались на территории Карелии и не были предметом специального исследования фольклористов. Диссертация О. М. Фишман демонстрирует продуктивность этих фольклорных жанров для решения различных историко-культурных проблем, связанных с карелами.

Еще одну новаторскую часть исследования представляет собой разработка проблемы культурной адаптации карельских переселенцев в новой природной среде. Как устанавливает автор, особенностью формирования карельского анклава в Тихвинском крае являлось не подселение карелов непосредственно в обжитых иноэтничных локусах, как это зачастую было в Карелии, а освоение опустевших после русских или новых территорий. По каждой деревне в диссертации содержится подробная информация, включающая и расположение в ней сакральных объектов, некрополей, представляющая собой своего рода путеводитель по данной местности. Эти сведения позволяют нам по-новому прочитать, например, уникальные образцы тихвинского говора карельского языка с. Селище, записанные и опубликованные В. Д. Рягоевым, в которых встречаются упоминания о местной церкви и храмовом празднике [Образцы..., 1980. С. 173]. Как это соотносится со старообрядческой средой? Оказывается, население Селищ в своем большинстве было православным, а храм был освящен как единоверческий. В рамках этой проблемы особое теоретическое звучание приобрело рассмотрение разнохарактерного общения жителей карельских и русских деревень, старообрядцев и православных.

Групповое самосознание – краеугольная проблема, разрабатываемая в работе. Основными источниками этой части исследования явились обширные данные авторских опросов карелов и русских Тихвинского края, нацеленные на получение информации по теме «мы и они». Исследовательница сначала рассматривает все признаки карельского этнического самосознания, а затем переходит к религиозному. Такая последовательность изложения материала позволила автору очень точно показать наложение старообрядческого на этническое, сделать вывод о том, что идеологической и духовной опорой карельского несходства с русским со временем стала *старая вера*.

Одним из важных результатов явилась также реконструкция структуры конфессиональной общины тихвинских карелов, закрытой от «мира», но ставшей открытой для исследовательницы. Благодаря подробно описанному в работе переходу из одной группы в другую: *верующие* (*vierolazet*) – новожены (*novžonat*) – мирские (*mierolazet*) – читателю становится понятным, как достигалось «равновесие между соблюдением требований веры (чистоты и безбрачия)» и «необходимостью воспроизводства, продолжения семьи, рода, общины, народа» (с. 320). К заслугам автора следует отнести и выделение внутри общины нескольких типов социальных лидеров: отче и книжницы; их антиподы – колдуны и переходные фигуры – нищие, ясновидицы, знахарки, в обыденном религиозном сознании и поведении которых были обнаружены на удивление мощные внехристианские пласты. Высокой оценки заслуживает и сложная работа автора по сбору биографий различных лидеров, например, пяти карельских отче и тридцати книжниц. Она демонстрирует возможности биографического метода, с помощью которого удалось существенно конкретизировать историю местного федосеевства.

Значение представленных в диссертации разнообразных полевых материалов выходит за рамки карельской этнографии. Отдельные архаичные культурные явления тихвинских карелов имеют аналогии у соседнего русского и южновепсского населения (особо подчеркну – у южных вепсов, а не у других групп), например: жальники и связанные с ними предания о Литве; мифологические рассказы о золотой бочке, упавшей в водоем; о колдунах, заставляющих чертей-помощников вить веревки из песка; поговорка, известная на карельском, вепсском и русском языках, свидетельствующая о широком распространении праздников, посвященных Святителю Николаю («В Николу сядь в сани да брось вожжи, все равно на праздник попадешь»); женские голошения о бедах, адресованные кукушке, и др. Наличие этих общих черт позволяет выдвинуть предположение о существовании некоей этнографической зоны (условно назовем ее «тихвинской») или каких-то проходивших здесь культурных потоках, которое может стать импульсом для специальных исследований.

Как и всякая большая работа, успешно решающая ряд сложных вопросов, диссертация О. М. Фишман не лишена отдельных недочетов. В главе 3 автор объясняет интересный обычай тихвинских карелов изготовлять из можжевельника столбы для качелей на Пасху и могильные кресты почитанием этого дерева у всех финно-угорских народов. Однако, как показывают многочисленные исследования, в комплексе народных воззрений о растениях и животных мифологические представления и рациональные знания тесно переплетались. В карельском обычае, скорее всего, в расчет принимались не только верования, но и утилитарные свойства можжевельника, который, как часто отмечают сами сельские жители, отличается невероятной гибкостью, прочностью, менее подвержен разрушению под влиянием внешней среды. Пяжозерские вепсы, например, можжевеловый крест ставят на могилах одиноких людей, объясняя это тем, что за могилой ухаживать некому, а можжевеловый крест простоит дольше, чем сделанный из другой древесины.

В разделе о языке автор отмечает, что наибольшую устойчивость к русским заимствованиям проявили формы обращения членов карельской общины друг к другу. В зависимости от возраста к мужчине обращались diädä Vänjä («дядя Ваня»), ukko Pedri («деда Петя), к овдовевшей пожилой женщине – akko Paro («баба Прасковья») (с. 264). На самом деле такая форма обращения как раз указывает на влияние русских. В карельской форме обращения на первое место ставится имя человека, а затем поло-возрастной термин. И такая система обращения действительно сохранилась у тихвинских карелов. В некоторых местах своей работы автор упоминает сообщения информантов о Van'kad'iedä (букв. «Ванька дядя») (с. 326), Garud'iedo (букв. «Гаврила дед») (с. 328), Nasto t'ädi (букв. «Настя тетя») (с. 378).

Указанные замечания носят специальный характер и не меняют общей высокой оценки рецензируемой диссертации.

Хочется высказать и пожелание для будущих исследований старообрядчества. В начале 1980-х гг. в деревнях тихвинских карелов мне

приходилось видеть стариков-долгожителей, это выглядело удивительным в сравнении с вепсами, среди которых в то время практически не было мужчин пожилого возраста (конечно, сказалась и война). Вопрос о влиянии старообрядчества с его отрицательным отношением к спиртному и курению на демографические показатели группы, в частности на продолжительность жизни, который не рассматривался в диссертации, мог бы стать предметом исследования в дальнейшем.

Литература

Богданов Г. Х. Свадьба Ухтинской Карелии // Западно-финский сборник. Л., 1930. С. 36–64.

Громыко М. М., Кузнецов С. В., Буганов А. В. Православие в русской народной культуре: направление исследований // Этнографическое обозрение. 1993. № 6. С. 60–84.

Ефименко А. Я. Юридические обычаи лопарей, корелов и самоедов Архангельской губернии // Зап. ИРГО по отд. этнографии. 1878. Т. 8.

Конкка У. С. Поэзия печали. Карельские обрядовые плачи. Петрозаводск, 1992.

Оленев И. В. Карельский край и его будущее в связи с постройкой Мурманской железной дороги. Гельсингфорс, 1917. С. 123–136.

Образцы карельской речи (тихвинский говор собственно карельского диалекта) / Сост. В. Д. Рягоев. Л., 1980.

Сурхаско Ю. Ю. Карелы в современной этнографической литературе Финляндии // СЭ. 1966. № 2. С. 151–160.

Фишман О. М. Жизнь по вере: тихвинские карелы-старообрядцы. М., 2003.

Фишман О. М. Тихвинские карелы старообрядцы: методология и результаты комплексного изучения феномена локальной этноконфессиональной группы: Дис. … докт. ист. наук (по специальности – 07.00.07 – этнография, этнология и антропология). СПб., 2011.

Труды Карельского научного центра РАН
№ 6. 2011. С. 168–172

О ЖУРНАЛЕ «TUNA» (ЭСТОНИЯ)

В конце 1980-х гг. во всем Советском Союзе возобладал дух освобождения. Развертывавшиеся социально-политические процессы провоцировали повышенный интерес к истории среди всех слоев населения. Общество Эстонии исключением не являлось. Приходило осознание того, что многие события и процессы прошлого в советской историографии обходились стороной или преподносились искаженно. Потребность в освобождении от марксистско-ленинских клише при описании прошлого, неудовлетворенность уровнем исследований национальной эстонской истории служили дополнительными импульсами роста интереса к истории. Вполне понятно, что в центре внимания оказались события именно XX столетия. В Эстонии потребность в «настоящей», «правдивой» истории трансформировалась в массовом сознании в требование предоставить таковую как можно скорее. Тиражи таких эстонских изданий, как «Looming», «Akadeemia», «Vikerkaar», «Kultur ja Elu», «Keel ja Kirjandus», поспешивших откликнуться на запросы общества, взлетели как никогда.

Оборотной стороной повышенного интереса к прошлому стала коммерциализация и, как следствие, сосредоточенность на сенсациях в ущерб профессиональному анализу исторических процессов. Складывавшаяся ситуация все менее удовлетворяла историков и тех, кто испытывал подлинный интерес к истории. Все более ощущалась потребность в философии истории, в знакомстве с новыми методологическими подходами. Иными словами, стало актуальным обращение к проблемам теории в изучении истории.

«Колодец сенсаций» постепенно иссякал, что отчасти послужило причиной падения тиражей упомянутых изданий. Кроме того, нежелание утомлять читательскую аудиторию теоретическими рассуждениями привело к тому, что к середине 1990-х гг. в литературных журналах рубрики, посвященные событиям прошлого, стали сокращаться как шагреневая кожа. Количество изданий, ориентированных на публикацию сугубо научных материалов, было невелико. К ним, в частности, относился журнал «Kleio», издание которого осуществлялось с 1988 г. силами исторического факультета Тартуского университета. «Kleio» стремился к гармоничному сочетанию на своих страницах академических и популярных статей. Выходил этот журнал, однако, нерегулярно и нечасто. С 1988 по 1997 г. вышло всего 22 номера. У этого издания была характерная особенность – основное количество публикаций не касалось событий XX столетия, так волновавших многих. Интерес большинства его авторов не выходил за пределы XIX в. Одной из объективных причин этой ситуации были те коллекции документов, которые хранились в Историческом архиве Эстонии, находившемся в Тарту. В основном эти документы охватывали период до 1917 г., тогда как основная масса материалов по новейшей истории хранилась в Таллине – в Государственном архиве и в его филиале – Партийном архиве.

После получения Эстонией независимости Институт истории партии при ЦК Компартии Эстонии был ликвидирован, а Институт истории Академии наук Эстонии столкнулся с радикальным сокращением своих кадров. Исторический факультет Тартуского университета также переживал далеко не лучшие времена. Количество профессиональных историков, работающих в официальных структурах, резко сократилось. При этом не следует забывать о традиционном соперничестве Таллина и Тарту как «власти» и «духа» (отдаленно оно может напоминать соперничество Москвы и Петербурга). Еще события 1930-х гг. в определенной мере обострили это соперничество. Тогда в Таллине сконцентрировалась лояльная эстонской авторитарной власти интеллигенция, а в Тарту – либеральная академическая оппозиция.

Однако в 1990-е гг. процессы в исторической науке были связаны не только с соперничеством Тарту и Таллина, но в большей мере с децентрализацией самих исторических исследований. Активно в этот процесс включились музеи и, прежде всего, архивы. Именно в эти

структуры перешли на работу многие талантливые историки, и не только старшего поколения. В 1989 г. была возобновлена деятельность Эстонского архивного общества, члены которого стали уделять большое внимание теоретическим проблемам исторических исследований и архивного дела. Некоторые из них вскоре заняли административные посты и приложили немало усилий для реформирования архивного дела. В 1995 г. пост директора Государственного архива Эстонии занял Аймар Алтосаар, не являвшийся историком по образованию, но начавший серию позитивных преобразований. При нем Государственный архив начал в 1997 г. издавать серию «Ad Fontes» (к настоящему времени вышло 17 томов). Дирекция филиала Государственного архива Эстонии (Партийного архива) покровительствовала исследователям, проявлявшим интерес к истории XX в. Исторический архив в Тарту после смены руководства стал издавать свои труды (с 1997 г. по настоящее время вышло 16 томов). Новым директором Таллинского городского архива (Tallinna Linnaarhiivi) стал Юри Кивимяе, видный историк-медиевист, который значительно оживил деятельность этого учреждения, сделав его одним из центров изучения истории.

Логично, что идея издания нового журнала родилась именно в Государственном архиве. «Kleio» публиковал материалы по истории до 1917 г. В свою очередь, выходивший под эгидой Института истории журнал «Acta Historica Tallinniensia» был неспособен предоставить достаточно возможностей для публикации авторитетных академических статей и рецензий. Когда и у кого первоначально возникла мысль об издании нового исторического журнала, сказать трудно. Также никто и не предполагал, что замысел приведет к появлению лучшего в государствах Балтии исторического журнала. Скорее всего, мысль о новом издании возникла сразу у нескольких человек. Одним из них был бывший редактор журнала «Kultur ja Elu» В. Роотс, который однажды пришел с конкретным предложением к заместителю директора Государственного архива по научным вопросам Яаку Валге. Так или иначе, но в декабре 1997 – январе 1998 г. обсуждение этой идеи получило дополнительный импульс после того, как журнал «Looming» пересмотрел свою редакционную политику, отказавшись от своей традиционной общественно-политической рубрики, что волей-неволей открыло для известного писателя и редактора Отта Рауна возможность поиска для приложения своих талантов.

Директор Государственного архива Аймар Алтосаар отнесся к новому начинанию более чем благожелательно и дал ему зеленый свет. Наилучшим вариантом представлялось издание общего архивного журнала. Именно Валге довелось вести сложные переговоры с предполагаемыми участниками проекта. Положительно идея нового журнала была встречена в бывшем Партийном архиве и Городском архиве Таллина. Некоторые колебания испытывали в филиале Государственного архива в Тарту, однако они были преодолены, что в определенной степени способствовало устранению той трещины, которая существовала в области исторических исследований между Тарту и Таллином.

Считалось, что новый журнал, для которого уже было подобрано имя «Tuna» («Минувшее»), в основном будет посвящен истории новейшего времени. Учитывалось, что в намерения исторического факультета Тартуского университета входило издание самостоятельного журнала «Ajaloolise ajakirja».

Уже упоминавшийся Отт Раун пришел на работу в Государственный архив весной 1998 г. и рьяно взялся за дело. Его помощниками стали В. Роотс, Ану Сейдла, Яан Клышейко, позже Триину Оотсинг. В 2001 г. в «Tuna» пришел известный эстонский литератор Андрес Лангеметс. Когда в 1999 г. был создан Национальный архив Эстонии, объединивший Государственный архив, Исторический архив и Архив кино-, фото- и фонодокументов, «Tuna» оказался в ведении Национального архива. Последний был подчинен Государственной канцелярии. Это обстоятельство неизбежно ставило вопрос о возможности сохранения «Tuna» своей независимости. Однако за весь последующий период существования бюрократией только один раз была предпринята попытка вмешательства в редакционную политику, оставшаяся безрезультатной.

Первый номер «Tuna» вышел в 1998 г. С 1999 г. журнал выходил 4 раза в год, как это и планировалось, правда, первоначально не удавалось вписываться в ежеквартальный график – номера выходили по мере готовности. Этот недостаток был устранен уже в следующем году. К 2011 г. вышло 50 номеров, а также 3 отдельных номера (2 – на русском языке и 1 – на английском). Тираж и по современным российским меркам не маленький – 800 экземпляров (если исходить из численности населения, то пропорционально для России это составило бы около 100 000 экземпляров). С содержанием последних 4 номеров всегда можно познакомиться на сайте http://www.ra.ee/et/tuna@i=2. В отличие от многих других эстонских журналов, «Tuna» выплачивает своим авторам гонорары,

благодаря тому, что Фонд Eesti Kulturkapital, как правило, оказывает финансовую поддержку журналу (за двенадцать лет существования журнала фонд только дважды отказывал в этом).

Редакционная политика «Tuna» осуществляется на демократических началах – редакционной коллегией, членами которой являются профессиональные историки и архивисты. Роль коллегии в принятии решений велика. В отличие от многих эстонских и российских журналов, она собирается регулярно четырежды в год для обсуждения конкретных вопросов, связанных с корпусом материалов очередного номера. Фактически коллегия из 15 человек (из них 4 – зарубежные, известные в мире историки, проявляющие интерес к истории Эстонии) является коллективным директором.

Общий облик издания определяется стремлением его создателей издавать историко-архивный журнал и общественными запросами. Не последнюю роль в завоевании журналом широкой читательской аудитории сыграли литературные дарования и организаторская хватка его главного редактора Отта Рауна. Для любого читателя сразу станет очевидным, что помимо чисто исторических статей основное внимание редакция журнала уделяет вопросам истории культуры. Каждый номер открывается эссе, нередко с интригующим названием, блестяще написанным, вызывающим интерес не только профессиональных историков, но и философов, литераторов, искусствоведов, хотя, на первый взгляд, они могут казаться посвященными проблемам, которые в силу своей специфичности предполагают встречу только с глазами избранных. Например, эссе Яана Тамма «Координаты для исторического исследования» (2004, № 2), Юхана Креема «Архивы и секреты» (2010, № 2), Марта Кивимяе «Проблема диалога: об одном аспекте политической культуры» (2004, № 4), Яана Ундуска «Ленин versus Богданов» (2005, № 1) и др.

В стороне, конечно же, не остаются и вопросы теории архивного дела, философии и методологии истории. На страницах журнала была опубликована серия материалов, посвященная плеяде выдающихся ученых, к сфере интересов которых относились проблемы методологии истории и историософии (Иринг Флетчер, Йорн Рюзен, Райнхарт Коселлек, Поль Рикёр, Карло Гинцбург, Эдмунд Бёрк, Франсуа Хартог и др.).

Публикуемые в «Tuna» материалы характеризует несколько иной, чем, например, в «Vikerkaar», подход к рассмотрению исторических процессов и явлений, он более классический, если не сказать, прагматический. В определенной мере это было обусловлено составом коллегии, в которой представлены историки, а не философы истории. Для историков в целом характерны как далеко не всегда неуместная претензия на объективность, достигаемую без применения каких-либо особых теоретических конструкций, так и стремление быть вне идеологических влияний. Однако все более ими осознается тот непреложный факт, что при (вос)создании ими картины прошлого уже невозможно не учитывать те методологические вызовы, отказываясь от игнорирования которых историк приобретает новые возможности для более глубокого проникновения в текст источника. Именно это, как нам представляется, убедительно и красиво доказывал в одной из своих статей в «Tuna» grand old man эстонской научной мысли Энн Тарвел (2005, № 3).

Поскольку «Tuna» – историко-архивный журнал, то вполне понятно, что значительное место он уделяет публикации документов. Стоит заметить, что многие из этих публикаций заслуживают особого внимания и российских историков, особенно тех, к сфере интересов которых относятся события 1939–1940 гг. В данном случае можно упомянуть некоторые из них. Эрих Кауп опубликовал материалы, связанные с миссией А. А. Жданова в Эстонии в 1940 г. (2005, № 2, 3); Урмас Сало – донесения эстонского военного атташе в Польше и Румынии подполковника Рейна Томбака о военно-политическом положении Польши в 1939 г. (2008, № 4); Хеллар Грабби – письмо Константина Пятса послу Финляндии в Эстонии в июле 1940 г. (2005, № 1); Эне Тоом – донесение первого секретаря японской миссии в Эстонии Сигеру Симада министру иностранных дел Японии Ёсуке Мацуока от 29 июля 1940 г. (2002, № 1); воспоминания Эллы Венде о репатриации немцев из Эстонии в Германию осенью 1939 г. (2003, № 4).

Едва ли будет вызывать удивление тот факт, что на страницах «Tuna» публикуется много статей, так или иначе затрагивающих историю Новгородского и Московского княжеств, Российской империи и Советского Союза. Как правило, эти статьи основаны на материалах, которые никогда ранее не вводились в научный оборот и остаются, к сожалению, неизвестными российским историкам. К таковым относятся, например, статьи Энна Тарвела «Разрушение Сигтуны в 1187 г.» (2007, № 2), Тыну Райда о составленной по окончании Ливонской войны карте 1582 г. Антонио Поссевино (2007, № 1) и о карте 1564 г. Рафаэлло Барберини (2008, № 2); статьи Юргена фон Унгерн-Штернберга и Марью Лутса о восприятии в Европе завоева-

ния Петром I Прибалтийских губерний Швеции (2007, № 1); статья Энн Кюнг о конфликте между почтовыми службами Риги и Москвы накануне Северной войны (2006, № 4; его статья «Нюен – центр транзитной торговли в устье Невы (1632–1703), опубликованная в первом спецвыпуске «Tuna» на русском языке в 2006 г., в ряде случаев дополняет изданную в переводе с финского А. И. Сакса книгу Сауло Кепсу «Петербург до Петербурга»; статья Хейно Арумяэ о советско-эстонских переговорах о предоставлении СССР военных баз на территории Эстонии (2001, № 4; 2002, № 1) и его сравнительный анализ советско-эстонских и советско-финляндских переговоров осенью 1939 г. (2006, № 1). Некоторые из них основаны на хорошо известных российским историкам материалах (например, статья Эве Куби о вводе советских войск в Эстонию в октябре 1939 г. (2010, № 2)), однако большинство содержат те факты и оценки, которые трудно проигнорировать при обращении к истории советского общества. Понятно, что велико количество публикаций, посвященных периоду после 1939 г., к которому интерес общества Эстонии сохраняется. В этой связи необходимо упомянуть статью генерального директора Национального архива Эстонии Прийта Пирско «Ограничение доступа к архивным документам в Эстонской ССР» (спецвыпуск «Tuna» на русском языке, 2010 г.), в которой затронута тема организации архивного дела сразу после превращения Эстонской республики в Эстонскую ССР.

Среди публикаций «Tuna» обращает на себя внимание большое количество материалов, посвященных гражданской войне в Эстонии и ее предыстории. Исключительно интересна статья Кайдо Яансона о контактах Александра Кескюла в 1914–1915 гг. с германскими дипломатами, его оценке Ленина и большевиков (в письме к немецкому послу Гисберту фон Ромбергу он называл их незначительной в политическом отношении группой, которая может быть использована без их собственного ведома), большевистской конференции в Берне (2004, № 1; в 2006 г. публикация была включена в спецвыпуск «Tuna» на русском языке). Недостатком практически всех советских и российских исследований по истории событий 1918–1919 гг. в Эстонии является удивительно слабое знание фактов. В лучшем случае эти события освещаются на основе хранящейся в Гарварде коллекции документов Н. Н. Юденича. Для российских историков далеко небезынтересными были бы статьи Урмаса Сало о Юлиусе Куперьянове (2004, № 1), Мати Крёёнстрёма об эстонских офицерах-кавалеристах (2005, № 2), Аго Паюра о борьбе эстонских и латвийских соединений с германскими частями под командованием Р. фон дер Гольца и балтийским ландсвером (1919 г.) (2009, № 2), его же статья о рождении манифеста о независимости Эстонии (1917–1918 гг.). Значительно дополняет сведения, приводимые в книге российского историка А. В. Смолина «Белое движение на Северо-Западе России (1918–1920)» (1999 г.), статья Рейго Розенталя о судьбе Северо-Западной армии Юденича после отступления в Эстонию, опубликованная в переводе на русский в спецвыпуске «Tuna» в 2010 г.

Было бы удивительным, если бы редакция журнала не обращалась к различным проблемам истории Эстонии советского периода. Особо хочется выделить некоторые публикации, затрагивающие те или иные аспекты сопротивления существовавшему политическому режиму. В 2004–2005 гг. в журнале была опубликована серия статей Яака Пихлау «Эстонское демократическое подполье и контакты с Западом». Деятельность народного комиссариата государственной безопасности в Эстонии в первые послевоенные годы была объектом исследования М. Сауеаук (2008, № 3). Одним из наиболее осведомленных эстонских историков в вопросах истории движения сопротивления является Тийт Ноорметс. В «Tuna» им было опубликовано более двух десятков материалов и статей, например, об издании подпольных печатных органов в 1947–1948 гг. (2006, № 2), об истребительных батальонах НКВД (2008, № 3), об отражении выборов 1947 г. в Верховный совет СССР в документах отдела по борьбе с бандитизмом МВД Эстонии (2004, № 3) и др. Документы, связанные с проведением выборов на территории Эстонии в 1940–1950-х гг., для Аллана Япуура и Лийви Ууэт послужили источником для исследования некоторых проблем демографической истории Эстонии (2010, № 2).

Методы установления советского строя в послевоенную эпоху стали объектом исследования для многих авторов «Tuna». Если статья Т. Креегипуу была посвящена использованию истории в качестве идеологического оружия государственными средствами массовой информации в 1945–1960 гг. (2007, № 3), то Вяйно Сирка интересовала прежде всего советская политика в области образования в постсталинский период (2004, № 4). Тыну Таннберг, особое внимание уделяющий в своих исследованиях 1940–1950-м гг., анализировал то, как в Кремле в 1944 г. решался вопрос о борьбе с вооруженным сопротивлением в Прибалтике (2009, № 4), как так называемый

«новый курс» Берия отразился весной 1953 г. на подавлении движения сопротивления (2005, № 4). Много материалов на страницах журнала было посвящено эстонским диссидентам.

Читателя журнал «Tuna» привлекает не только интересными статьями, но и одной особой рубрикой – «Eesti Filmiarhiiv». В каждом номере публикуется тематическая подборка редких фотографий. Это может быть подборка, посвященная тому или иному политическому деятелю Эстонии (например, фотографии известных эстонских политиков межвоенного периода Яана Тыниссона (2003, № 3), Константина Пятса, Каарела Ээнпалу (2009, № 2), эстонских военачальников – генералов Н. Реека, Пыддера (2009, № 3)), а также различным интересным событиям (будь то посещение Николаем II Балтийского порта в 1912 г. или открытие памятника Петру I в Ревеле), городскому или сельскому быту (например, фотографии эстонских кафе и ресторанов, курортов и санаториев, городского транспорта, собраний колхозников и т. д.), отдельным регионам и городам.

Популярность «Tuna» у читателя создана не крикливыми сенсациями, а вдумчивым, ненавязчивым воспитанием у него редакцией журнала и его авторами повышенного интереса к истории. Редакции удается поддерживать удивительный баланс между академическим содержанием публикаций и стилем их подачи. Такого результата не смог добиться более ни один из исторических журналов, выходящих сейчас в государствах Балтии.

Я. Валге, А. Рупасов

ПРИЛОЖЕНИЕ
http://transactions.krc.karelia.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук»)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершенных оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегии серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляют за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил ее оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы «Анкеты» и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия «Анкеты» и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее, чем через месяц после получения рецензии. Перед сдачей в печать авторам высылается распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Почтовый адрес редакции: 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон: (8142) 780109.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН и другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступна на сайте http://transactions.krc.karelia.ru.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Статьи должны быть подписаны всеми авторами.

Объем рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) не должен превышать: для обзорных статей – 30 страниц, для оригинальных – 25, для сообщений – 15, для хроники и рецензий – 5–6. Объем рисунков не должен превышать 1/4 объема статьи. Рукописи большего объема (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

Рукописи присылаются в электронном виде, а также в двух экземплярах, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку через 1,5 интервала (12 пунктов шрифта типа Times New Roman). Размер полей: сверху, снизу – 2,5 см, справа, слева – 2,5 см. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: *УДК* курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статьи экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. ВЫВОДЫ. ЛИТЕРАТУРА); благодарности; литература (с новой страницы); таблицы (на отдельном листе); рисунки (на отдельном листе); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью на русском и английском языках; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языках; должности авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи* и содержать не более 8–10 значащих слов.

АННОТАЦИЯ должна быть лишена вводных фраз, содержать только главную информацию статьи, не превышать объем – 15 строк.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой, в конце фразы ставится точка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ должны содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Для фаунистических и флористических работ следует указывать место хранения коллекционных образцов. Если в статье приводятся сведения о новых для исследованной территории таксонах, то желательно и процитировать этикетку. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во Введении. Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более), и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Рыбаков, 1994; Longman, 2001]. Ссылки на архивные материалы в тексте: [НА КарНЦ РАН, ф. 1, оп. 6, д. 404, л. 167].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, должны быть пояснены в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIFF (*.TIF) или JPG (не встраивать в Word). Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указанием желательного размера рисунка в книге, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физико-географических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и, желательно, с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicus* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis.*

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения – названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

---

* **Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ**, в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

ЛИТЕРАТУРА. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5.-2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32 : 635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило[1], М. И. Сысоева[1], Г. Н. Алексейчук[2], Е. Ф. Марковская[1]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН
[2] Институт экспериментальной ботаники НАН Республики Беларусь им. В. Ф. Купревича

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: *Cucumis sativus* L., кратковременное снижение температуры, устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, G. N. Alekseichuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus* L., temperature drop, resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 с.

Несис К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М.: Наука, 1985. 285 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds. P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri* // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, N 4. P. 507–516.

Ссылки на материалы конференций

Марьинских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

Ссылки на авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Ссылки на диссертации

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. ...канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии : материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

Ссылки на Интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайновых сервисов // Электрон. б-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL: http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/ (дата обращения: 25.11.2006).

Ссылки на электронные ресурсы на CD-ROM

Государственная Дума, 1999-2003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия/Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CD-ROM.

CONTENTS

BORDERS IN LANGUAGE AND CULTURE

S. I. Kochkurkina. ISSUES OF DATING BURIALS CONTAINING COINS IN LADOGA AREA (OYAT') MOUNDS 3
I. E. Grishina. EAST OBONEZHSKY COMPLEX OF ARCHITECTURAL TRADITIONS IN KARELIAN WOODEN ARCHITECTURE 9
V. G. Platonov. AN INFLUENCE OF THE FOLK RELIGIOUS CULTURE ON FORMATION OF THE LOCAL TIER IN ICONOSTASES OF KARELIAN TEMPLES DURING THE 17th–18th CENTURIES 19
N. A. Krinichnaya. THE CEILING: MANIFESTATIONS OF THE TOP BOUNDARY OF THE LIVING SPACE IN THE PEASANT MICROCOSM (BASED ON FOLK ART) 29
H. G. Soini. THE PARALLEL OF IMAGES OF «RUSSIA – FINLAND» IN THE LITERATURE OF RUSSIAN EMIGRATION IN FINLAND IN 1920–1940 37
D. V. Kuz'min. SAVONIAN HERITAGE IN THE TOPONYMY OF KARELIA 45
N. G. Zaitseva. VEPSIAN MATERIALS IN SOME HUSBANDRY-RELATED PLOTS IN ALFE LINGUISTIC MAPS: TRADITIONS, INNOVATIONS, CONTACTS 57

NATIONAL AND ADMINISTRATIVE BORDERS. «US» AND «THEM» DEMARCATION AND CONTACTING

Jukka Kokkonen. SEARCHING BACK THE OLD BORDER. THE BORDER BETWEEN RUSSIA AND SWEDEN IN THE EARLY MODERN PERIOD 66
A. Yu. Zhukov. SETTLEMENT SYSTEM AND TERRITORIAL ADMINISTRATIVE DIVISION IN THE LADOGAN KARELIA (12th–18th CENTURIES) 72
E. Yu. Dubrovskaya. POPULATION OF FINLAND AND RUSSIAN SERVICEMEN: PROBLEMS OF MUTUAL PERCEPTION DURING WORLD WAR I 80
Nick Baron. A CLASH OF TWO EMPIRES: RUSSO-BRITISH RELATIONS DURING THE ALLIED INTERVENTION IN NORTH RUSSIA, 1918–1919 90
Evgeny Efremkin. IMMIGRATION OF NORTH AMERICAN FINNS TO SOVIET KARELIA DURING 1930–1933: A STATISTICAL ANALYSIS 97
L. I. Vavulinskaya. «SPECIAL» SETTLERS – IN THE MARGINS OF THE SOCIAL STRUCTURE OF THE SOVIET SOCIETY (KARELIA IN THE FIRST POST-WAR DECADE) 106
O. V. Ryabov, M. A. Konstantinova. «RUSSIAN BEAR» AS A SYMBOLIC BORDER GUARD 114

DOCTORAL STUDENT NOTEBOOKS

T. A. Khoroshun. ON THE CHANGE OF CULTURES IN THE NEOLITHIC – EARLY ENEOLITHIC KARELIA (BASED ON SITES ON THE WESTERN COAST OF LAKE ONEGA) 124
Yu. V. Litvin. PROPERTY RIGHTS OF KARELIAN PEASANT WOMAN IN THE SECOND HALF OF 19th – EARLY 20th CENTURIES: TRADITION AND THE LAW (MATERIALS FROM THE OLONETS PROVINCE) 133
V. P. Mironova. ZOOMORPHIC CODE OF THE GUIDE BETWEEN WORLDS IN THE KARELIAN RUNE ABOUT THE TAKING OF THE WIFE IN THE LIGHT OF THE TYPOLOGICAL COGNITION 139
A. S. Lyzlova. PLACE OF ABDUCTION OF WOMEN IN RUSSIAN FAIRY TALES: THE QUESTION OF CONTACTS BETWEEN REPRESENTATIVES OF THEIR OWN AND THE OTHER WORLDS 143
I. P. Novak. VEPSIAN SUBSTRATUM IN THE KARELIAN SYSTEM OF INTERCHANGE OF CONSONANTS 148

DATES AND ANNIVERSARIES

N. V. Lobanova. The research pathway of Yury Savvateev (on the 75th anniversary) 153
I. I. Mullonen. Nina N. Mamontova (on the 70th anniversary) 156
N. V. Chikina. Maya F. Pakhomova (on the 85th anniversary) 158

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

V. I. Musaev. Maria Lähteenmäki. Maailmojen rajalla. Kannaksen rajamaa ja poliittiset murtumat 1911–1944. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 2009 160
I. Yu. Vinokurova. Old-Belief Tikhvin Karelians in the study by O. M. Fischman 163
J. Valge, A. Rupasov. About the «Tuna» Journal (Estonia) 168

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS 173

Научное издание

Труды Карельского научного центра
Российской академии наук
№ 6, 2011
Серия ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Выпуск 2

Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН

Редактор Л. В. Кабанова
Оригинал-макет Г. А. Тимонен

Подписано в печать 19.12.2011. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 17,7. Усл. печ. л. 20,5.
Тираж 500 экз. Изд. № 243. Заказ 18.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50