



ЛЕСОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ



ЛЕСОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ПЕТРОЗАВОДСК 2007

Russian Academy of Science
RAS Scientific Council for Forest Problems
Forest Research Institute, Karelian Research Centre, RAS

Российская академия наук
Научный совет РАН по лесу
Институт леса Карельского научного центра РАН



FOREST BIOLOGY RESEARCH
IN THE NORTHWEST OF THE
RUSSIAN TAIGA ZONE: RESULTS AND VISIONS

Proceedings of the Scientific Conference
celebrating the 50th anniversary of the
Forest Research Institute
Karelian Research Centre of RAS
(October 3-5, 2007)

Petrozavodsk, 2007

ЛЕСОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ:
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Материалы научной конференции,
посвященной 50-летию Института леса
Карельского научного центра РАН
(3–5 октября 2007 года)*

Петрозаводск, 2007

УДК 630 (470.2)

Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы. Материалы научной конференции, посвященной 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН (3-5 октября 2007 года). Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 2007. 216 с.

Сборник составлен по материалам обзорных докладов, содержащих результаты многолетних исследований научных организаций и вузов региона. Кроме того, в нем представлены презентации лабораторий Института леса КарНЦ РАН, в которых отражены история создания лабораторий, основные направления НИР, важнейшие результаты фундаментальных и прикладных разработок. В конце сборника приведен список основных публикаций института.

*Конференция проведена при поддержке:
Российской академии наук,
Отделения биологических наук РАН,
Российского фонда фундаментальных исследований
(грант № 07-04-06093),
Центра окружающей среды Финляндии*

Forest biology research in the northwest of the Russian taiga zone: results and visions. Proceedings of the Scientific Conference celebrating the 50th anniversary of the Forest Research Institute, Karelian Research Centre of RAS (October 3-5, 2007). Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS publishers, 2007. 216 p.

The volume is made up of papers based on keynote speeches reporting the results of years of studies carried out by research and educational institutions of the region. It includes also presentations of the Forest Research Institute laboratories, telling about the history of the laboratories, their main research areas, most important results of basic studies and applied developments. The volume is concluded by the list of the Institute's main publications.

*The Conference was supported by:
Russian Academy of Science,
RAS Biological Sciences Division,
Russian Foundation for Basic Research (grant № 07-04-06093),
Finnish Environment Institute*

ISBN 978-5-9274-0295-3

© Карельский научный центр РАН, 2007
© Институт леса КарНЦ РАН, 2007

ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ЛЕСА КАРНЦ РАН (1957–2007 гг.)

В.И. Крутов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
krutov@krc.karelia.ru*

50 лет назад в составе Карельского филиала АН СССР (КФАН СССР) на базе ранее образованных (1948 г.) Отдела леса с группами лесоводов, геботаников и лесопатологов и лаборатории лесохимии, а также части научных подразделений Института биологии КФ АН СССР (секторов болотоведения и мелиорации, почвоведения, лаборатории микробиологии) и заповедника «Кивач» был создан Институт леса (ИЛ) КФ АН СССР (Постановление Президиума АН СССР от 09.08.1957 г. № 602). В том же году утверждена его структура: сектор лесоведения с группами лесоведения, климатологии, лесной гидрологии (врио зав. к.с.-х.н. Н.О. Соколов); сектор лесоводства с группой лесных культур (вскоре его возглавил к.с.-х.н. Т.И. Кищенко); сектор лесопатологии с группами: энтомологии, фитопатологии и гербицидов (врио зав. к.б.н. В.Я. Шиперович); секторы лесного почвоведения (врио зав. к.с.-х.н. В.А. Бухман); болотоведения и лесной мелиорации (зав. к.г.-м.н. Л.Я. Лепин); микробиологии лесных почв (зав. Р.С. Кацнельсон); лесной геоботаники (позднее его возглавила к.б.н. М.Л. Раменская); лаборатория лесохимии (зав. к.т.н. Н.Ф. Комшилов); заповедник «Кивач» (директор к.б.н. Ф.С. Яковлев). Штат института состоял из 52 человек, включая 24 научных сотрудника (из них 11 кандидатов наук). Тогда же были определены и основные направления научных исследований:

— изучение лесов республики, их гидрологической и климатической роли, разработка теоретических основ лесовозобновления на вырубках в условиях современной механизации лесозаготовок и вопросов рационализации ведения лесного хозяйства;

— исследование биологических и экологических свойств лесобразователей и других полезных растений;

— изучение флоры, растительности и почвенного покрова, фауны позвоночных и беспозвоночных, особенно видов, имеющих хозяйственное значение.

Директором-организатором ИЛ стал к.г.-м.н. Л.Я. Лепин. В 1958 г. (по 1962) его сменил доцент Ленинградской лесотехнической академии, лесовод, дендролог, к.с.-х.н. Н.О. Соколов, который в 1931–1937 гг. возглавлял лесную секцию комплексного Карельского научно-исследова-

тельского института. Как исследователь-дендролог он занимался изучением формового разнообразия берез Карелии, впервые в России выделил форму березы бородавчатой, широко известную ныне как береза карельская, выявил места произрастания ее в республике. Под его руководством созданы семенные участки-заказники и первые лесные культуры этой породы. С 1962 по 1963 г. врио директора оставался к.б.н. В.И. Шубин — ныне известный ученый-миколог, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный лесовод КАССР, д.б.н., профессор. При нем произошли существенные изменения в структуре ИЛ. Созданы 4 лаборатории: физиологии древесных растений; лесного почвоведения и микробиологии; лесохимии; физико-химических исследований древесины и целлюлозы, 3 сектора: лесоводства; лесоведения; лесопатологии. Значительный вклад в становление института и организацию лесоводственных и лесобиологических исследований в Карелии внесли известный ученый-селекционер, специалист по березам Севера, заслуженный деятель науки КАССР, к.с.-х.н. В.И. Ермаков, руководивший институтом с 1964 по 1986 гг., и ученый-лесовод, специалист по рубкам леса, заслуженный лесовод КАССР, д.с.-х.н. С.С. Зябченко — директор института в 1986–1994 гг. С конца 1994 г. по настоящее время институт возглавляет лесовод, фитопатолог, специалист по защите растений, заслуженный лесовод РФ и КАССР, д.б.н. В.И. Крутов.

В истории и деятельности ИЛ выделяются четыре периода. В **первый период** (1957–1963 гг.) проведены исследования лесов республики в флористическом, фитоценотическом, геоботаническом, гидрологическом и типологическом аспектах, носившие в основном инвентаризационный характер. По их результатам опубликованы монография «Типы лесов Карелии и их природное районирование» (Ф.С. Яковлев, В.С. Воронова, 1959), «Определитель высших растений Карелии» (М.Л. Раменская, 1960), брошюры «Методы определения годности еловых шишек, поврежденных насекомыми и грибами» (В.Я. Шиперович, Б.П. Яковлев, 1960), «Вредители шишек и семян ели» (Б.П. Яковлев, 1961) и др., не утратившие научной и практической значимости до настоящего времени. Институт (Р.М. Морозова) участвовал в составлении почвенной карты Карелии (М 1: 600000). Была разработана региональная классификация типов вырубков (В.С. Воронова, Н.И. Ронконен). В эти годы совместно с Петрозаводской ЛОС закладываются эксперименты с целью разработки региональных нормативных документов в области естественного (Т.И. Кищенко, Н.И. Казимиров, М.И. Виликайнен) и искусственного лесовосстановления (Л.В. Попов, В.И. Шубин, А.И. Кузнецова, В.К. Мороз), рубок главного пользования (Т.И. Кищенко, А.А. Иванчиков), рубок ухода, в том числе с применением арборицидов в хвойно-лиственных молодняках

(Н.И. Казимиров, Р.М. Сбоева, И.А. Кузьмин, Р.М. Морозова), лесосеменного хозяйства и лесного семеноводства (Ф.А. Акакиев, В.И. Бакшаева, В.И. Ермаков, Г.М. Козубов, Е.М. Марьин), начались исследования в области лесосошительной мелиорации (Г.Е. Пятецкий). В результате появилась основа для разработки целого ряда методических пособий по различным вопросам ведения лесного хозяйства в республике. В ответ на запросы производства в области лесохимии велись поиски (Н.Ф. Комшилов) путей увеличения производства стратегического продукта — канифоли из пневого осмола и повышения выхода сульфатного мыла в сульфатно-целлюлозном производстве. В итоге были подготовлены материалы к обоснованию сырьевой базы проектируемого Медвежьегорского канифольно-экстракционного завода. В 1959 г. подготовлено научное обоснование для отнесения лесов Валаамского архипелага к категории особо ценных, утвержденное распоряжением Совета Министров Карелии. Позднее, в 1965 г., был создан природный заказник, а в 1979 г. по инициативе и при активном содействии сотрудников ИЛ Валаам получил статус историко-архитектурного и природного музея-заповедника. С 1959 г. ИЛ вел комплексные исследования водоохранной роли лесов Карелии (Е.С. Останин, А.А. Кучко).

Второй период истории приходится на 1963–1967 гг., когда в связи с реорганизацией КФ АН СССР ИЛ несколько раз изменяет свою ведомственную подчиненность и название: 1963–1965 гг. — Карельский институт леса Госкомитета по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству при Госплане СССР, в 1965–1966 гг. — входил в состав объединенного Карельского НИИ лесной промышленности и лесного хозяйства (КарНИИЛПХ), директором которого был назначен В.И. Ермаков. В этой связи лесобиологические исследования приобрели явную региональную и практическую направленность. Приоритетными стали прикладные работы, нацеленные на региональные лесоводственные, лесогидрологические и другие лесохозяйственные исследования; разработку научно обоснованных мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов и повышению продуктивности лесных площадей КАССР. В 1966 г. лесобиологическое направление было выделено в самостоятельный институт — Карельский институт леса Гослесхоза СССР.

В этот период наряду с усилением прикладных разработок интенсивно изучались биология и экология основных лесообразующих пород Карело-Кольского региона (В.И. Ермаков, Г.М. Козубов, Е.М. Марьин). Успешно велось изучение ультраструктуры репродуктивной сферы (клеток и тканей) хвойных пород, впервые в России для этих целей применен электронный микроскоп (Г.М. Козубов). Начаты исследования физиолого-биохимических

процессов роста и развития лесных насаждений, адаптации их к экстремальным условиям Севера (Ю.Е. Новицкая). Завершено обоснование объемов и размещения лесосушительных работ в КАССР, разработана классификация лесомелиоративного фонда по группам эффективности, реализованная в «Генеральной схеме организации лесомелиоративных работ в Карельской АССР» (Г.Е. Пятецкий, В.М. Медведева). Ведется конструирование лесохозяйственной техники (В.Я. Унт, В.В. Тычинин). На базе экспериментального образца навесного покровосдирателя-сеялки ПДН-1, предназначенного для подготовки почвы и создания лесных культур посевом (В.Я. Унт), была разработана серия не имеющих аналогов почвообрабатывающих орудий (ПДН-1, ПДН-2 и ПЛС-2) для посева и посадки леса, которые до настоящего времени работают на вырубках Карелии и за ее пределами. Изучаются возможности вовлечения в целлюлозно-бумажное производство лиственной и низкокачественной (сухостойной) древесины хвойных пород (А.П. Матюшкина, З.А. Коржицкая).

Третий период (1967–1991 гг.) связан с восстановлением Карельского филиала АН СССР и возвращением в его состав ИЛ. Соответственно, в 1968 г. Отделением общей биологии АН СССР были скорректированы основные направления исследований института:

- комплексное изучение лесных биогеоценозов Карельской АССР и Мурманской области;

- разработка научных основ восстановления и повышения продуктивности лесов и усиления их климаторегулирующей, водоохранной и почвозащитной роли;

- исследование вопросов цитологии, генетики и селекции, лесного семеноводства, интродукции новых хозяйственно ценных форм древесных пород;

- изучение физико-химических свойств и путей рационального использования древесины и продуктов ее химической переработки.

В этот период формируется ресурсоведческое направление (Л.К. Поздняков, Н.М. Щербаков). Изучаются ресурсы ягодных и лекарственных растений, их экология и режим эксплуатации зарослей; разработаны методы учета и прогнозирования урожая ягод (В.И. Саковец, Т.В. Белоногова, Н.Л. Зайцева). До 1994 г. ИЛ оставался координационным центром по этому направлению на территории СНГ.

Активно развивается эколого-физиологическое направление (Л.К. Кайбияйнен). Разработаны оригинальные методы непрерывной регистрации физиологических процессов и оценки влияния факторов внешней среды с целью моделирования биопродукционного процесса в лесных фитоценозах. Эти исследования получили широкое признание как в нашей стране, так и за рубежом.

В основном завершены исследования возрастной структуры древостоев сосны и ели в лесах региона. По их результатам опубликован ряд монографий и предложены пути рационализации рубок главного пользования применительно к целевому назначению лесов (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.Д. Волков).

Обоснован метод реконструкции двухъярусных лиственно-еловых насаждений (А.Д. Волков, Н.И. Казимиров, Т.А. Синькевич, С.М. Синькевич).

Завершен цикл исследований формирования молодняков на вырубках. В содружестве с Петрозаводской ЛОС и Минлесхозом КАССР разработаны «Наставления по рубкам ухода в лесах Карельской АССР» (С.С. Зябченко, М.П. Синькевич, Н.И. Рябинин, 1982).

Впервые в стране (совместно с Институтом биологии КФ АН СССР) проведена комплексная оценка влияния арборицидов, применяемых для химического ухода за лесом, на основные компоненты лесных биогеоценозов (рук. И.А. Кузьмин, А.С. Лутта).

Обоснованы типы лесных культур и составлены технологические карты на их производство, разработано «Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде КАССР» (В.И. Шубин, Г.А. Гавриленко, 1969), которое после доработки переиздавалось в 1984 и 1995 гг. Производству переданы практические рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород (А.П. Яковлев и др.) и защите его от грибных болезней и вредителей в лесных питомниках республики (В.И. Крутов).

Начаты комплексные стационарные исследования современных процессов почвообразования, в том числе в связи с лесохозяйственной деятельностью (Р.М. Морозова, В.К. Куликова, Г.Е. Еруков, А.А. Стрелкова), которые продолжаются и в настоящее время (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Получило признание педозоологическое направление (Л.С. Козловская). Исследованы структурно-функциональная организация сообществ почвенных организмов и их роль в процессе почвообразования. Было показано, что методы биодиагностики перспективны для прогноза и контроля состояния лесных экосистем в условиях антропогенного воздействия (Л.М. Загуральская, Н.И. Германова).

Чл.-корр. АН СССР Н.И. Пьявченко впервые разработаны принципы лесомелиоративного районирования Европейского Севера, определен объем лесоосушительной мелиорации, технологии осушения и лесохозяйственного освоения осушенных земель. Основан лесоболотный стационар «Киндасово» и организована лаборатория лесоосушительной мелиорации.

ИЛ стал ведущей организацией лесного профиля в области цитозембриологического изучения древесных пород с использованием световой и электронной микроскопии (Г.М. Козубов). Подтверждение этому — издание (совместно с БИН РАН) таких фундаментальных трудов, как «Атлас ультраструктуры растительных клеток» (1972), удостоенный премии АН СССР им. К.А. Тимирязева, и «Атлас ультраструктуры растительных тканей» (1980) и ряда монографий.

Под руководством В.И. Ермакова выполнены значительные работы по гибридизации березы, изучению путей и механизмов адаптации ее основных видов к условиям Севера. Проведены комплексные генетико-селекционные исследования березы карельской, разработаны способы размножения ее лучших форм. Открыт способ прижизненного обогащения древесины обычных видов берез путем трансплантации коры березы карельской.

В эти же годы изучалось формовое разнообразие сосны обыкновенной, ели и осины в Карелии и Мурманской области (Г.М. Козубов, В.И. Бакшаева, М.А. Щербакова, Е.М. Марьин), что послужило хорошей основой для создания в республике постоянной лесосеменной базы на селекционной основе. На территории Карелии заложено несколько участков географических культур сосны и ели, которые вошли в государственную сеть географических культур основных лесообразующих пород. Материалы этих исследований (М.А. Щербакова, Е.М. Марьин) опубликованы в книге «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР» (1982), подготовленной по заданию Гослесхоза СССР. Производству переданы практические рекомендации по сбору, хранению и переработке шишек сосны и ели на Севере европейской части РСФСР (А.Д. Волков, М.А. Щербакова, 1985), не утратившие актуальности до настоящего времени.

В 1971–1991 гг. впервые в стране выполнен большой комплекс работ по изучению физико-химических свойств и структуры древесины сосны с повышенным приростом, разработке путей рационального использования тонкомерной древесины сосны, березы и осины после рубок ухода, а также отходов окорки древесины в целлюлозно-бумажной промышленности и для производства древесно-волоконистых плит (А.П. Матюшкина, З.А. Коржицкая, И.С. Гелес и др.). Разработаны методические указания по приготовлению и использованию органо-минеральных удобрений из отходов (гидролизного лигнина) ЦБК в лесных питомниках (Л.Г. Пилюгина).

Велись работы по конструированию машин и механизмов для лесосушительной мелиорации. Созданы опытные образцы роторного каналопателя непрерывного действия и фрезы для обработки почвы на

торфяниках с формированием микроповышений под лесные культуры и др. (А.С. Дмитриев). Разработана технология переоборудования лесохозяйственного трактора ЛХТ-55 в болотоходную модификацию (В.В. Тычинин). Новизна этих разработок подтверждена авторскими свидетельствами.

Развиваются природоохранные исследования (К.А. Андреев). ИЛ — инициатор и активный участник научного обоснования организации природного заповедника «Костомукшский», двух ботанических и одного болотного заказников. Опубликовано первые в республике научный сборник «Охрана природы в Карелии» (1979) и «Красная книга Карелии» (1985). В конце 70-х годов формируется ландшафтоведческое направление (А.Д. Волков).

Четвертый период (1991–2007 гг.) начался с созданием Российской академии наук (РАН). ИЛ стал структурным подразделением Карельского научного центра РАН (ИЛ КарНЦ РАН). К концу 1991 г. в его штат входили 181 человек, включая 89 научных сотрудников, из них 4 доктора и 50 кандидатов наук.

Кризисная ситуация в экономике страны в начале 90-х годов и сложность бюджетного финансирования академической науки обусловили значительные изменения основных направлений исследований (Постановление Президиума РАН от 12.02.1992 г. №67) и структуры института. Исключен ряд прикладных направлений: конструирование лесохозяйственной техники и разработка технологий целлюлозно-бумажного производства. Приоритетными стали:

- изучение структурно-функциональной организации, динамики и биоресурсного потенциала лесных экосистем, разработка научных основ повышения их комплексной продуктивности;
- исследование физиологических и генетических аспектов адаптации и продуктивности древесных растений;
- изучение структуры почвенного покрова и генезиса лесных почв;
- разработка проблем охраны лесных ландшафтов (эколого-экономическая оптимизация природопользования и создание охраняемых природных комплексов).

С этим связана ликвидация двух лабораторий: технических проблем лесного хозяйства и химии древесины. На базе последней создана аналитическая лаборатория. Штатная численность ИЛ уменьшилась почти на треть. В 1993 г. ИЛ осуществил переход на самостоятельный баланс с правом юридического лица, в 1998, 2001 и 2005 гг. успешно прошел государственную аккредитацию.

В эти годы сформировалась научная школа в области ландшафтной экологии (А.Д. Волков, А.Н. Громцев). Отделением биологических наук

РАН ИЛ признан ведущим по данному направлению. Разработана оригинальная классификация и карты географических ландшафтов региона, проведено районирование Карелии по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям. Опубликована серия монографий. Полученные материалы используются в практике планирования и при проведении экологических и эколого-экономических экспертиз.

Впервые в России успешно развивались исследования по моделированию лесных биогеоценозов (чл.-корр. ВАСХНИЛ Н.И. Казимиров).

ИЛ — единственное в России научное учреждение, где проводятся долговременные (почти 50-летние) исследования по микосимбиотрофии древесных растений (проф. В.И. Шубин). Изучены видовой состав и экологические особенности шляпочных съедобных и микоризных грибов и их связи с древесными породами.

Дальнейшее развитие получили лесоводственные (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.Д. Волков, С.М. Синькевич), болотоведческое и гидролесомелиоративное направления (В.И. Саковец, В.А. Ананьев, Н.И. Германова). Исследованы структура и биологическая продуктивность лесов Карело-Кольского региона, выявлены биосферная роль и влияние лесных экосистем на составляющие водного баланса в бассейнах Онежского и Ладожского озер. Изучены лесоводственно-экологические последствия рубок главного и промежуточного пользования, разработаны и приняты нормативные документы по этим видам рубок. До 1994 г. ИЛ был головной организацией Научного совета по проблемам леса Отделения общей биологии РАН по направлению «Совершенствование системы рубок с целью формирования высокопродуктивных и устойчивых насаждений».

Среди приоритетных оставалось лесобиологическое направление, нацеленное на исследование цитолого-генетических и физиолого-биохимических процессов у древесных растений и адаптации их к неблагоприятным условиям внешней среды (В.В. Габукова, Т.А. Шуляковская, И.Ю. Ивонис, Н.П. Чернобровкина, Л.Л. Фуксман, В.С. Родионов), а также влияния промышленного загрязнения на физиологические процессы у сосны в условиях длительного и интенсивного влияния токсичных поллютантов (Л.К. Кайбияйнен, И.Л. Фуксман, Г.И. Софронова, Т.А. Сазонова и др.).

ИЛ — ведущая научная организация в России по изучению происхождения карельской березы. Дело основателя этого направления В.И. Ермакова достойно продолжают его ученики д.б.н. Л.В. Ветчинникова и д.б.н. Л.Л. Новицкая — авторы и соавторы нескольких монографий по данной теме. В настоящее время исследуются ультраструктура тканей и механизмы формирования древесины березы карельской, отрабатывается техно-

логия ее клонального микроразмножения. По инициативе и при активном участии ИЛ разработаны концепция и региональная целевая программа «Сохранение генофонда карельской березы и воспроизводство ее ресурсов в целях промышленного освоения на территории Республики Карелия на 2008–2015 годы», одобренные Правительством РК.

Важным итогом многолетних исследований в области лесной селекции и семеноводства явилась разработка методики генетической оценки клонов сосны обыкновенной и модели прогноза будущего урожая семян на лесосеменных прививочных плантациях Карелии (А.А. Мордась, Б.В. Раевский).

Многолетнее изучение флористических и фаунистических комплексов лесных экосистем выявило видовое и ценотическое разнообразие флоры и фауны Карелии. Подготовлены базы данных и опубликованы региональные сводки высших растений (А.В. Кравченко, А.М. Крышень), аннотированные списки видов лишайников (М.А. Фадеева), грибов (В.И. Шубин, В.И. Крутов, О.О. Предтеченская, А.В. Руоколайнен), насекомых (Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала, Л.М. Ласкова) и др. Обобщены результаты изучения орнитофауны Восточной Фенноскандии, предложена новая схема орнитогеографического деления этого региона и севера Русской равнины (С.В. Сазонов). В «Красные книги» Карелии, РСФСР и Восточной Фенноскандии внесены выявленные на территории Карелии редкие виды флоры и фауны, нуждающиеся в охране. Показано влияние антропогенной трансформации таежных экосистем (в ходе лесоэксплуатации) на структуру местообитаний, видовое разнообразие и численность популяций фоновых видов тетеревиных птиц и млекопитающих (Ю.П. Курхинен).

Исследованы структура, генезис и агрохимические свойства лесных почв, существенно модифицирована почвенная карта региона и составлены крупномасштабные почвенные карты Валаамского архипелага, заповедника «Кивач», российско-финляндского парка «Дружба». Обобщены результаты многолетних исследований по содержанию и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах Восточной Фенноскандии. Разработаны принципы бонитировки лесных земель. Составлены кадастр лесных земель и карты загрязнения территории РК тяжелыми металлами. Формируется научная школа лесного почвоведения (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

Большое внимание уделяется оценке экологической ситуации, вопросам охраны природы в Карелии, сохранению и регулированию биоразнообразия в лесных экосистемах (А.А. Кучко, А.Н. Громцев, А.Д. Волков, А.В. Кравченко, С.В. Сазонов и др.). Составлена экологическая карта Карелии, опубликованы монография «Экологическая ситуация в Карелии»

(1993), серия работ по экологии. Проведены комплексные исследования влияния промышленного загрязнения на состояние лесных экосистем, созданы полигоны интегрированного в европейскую сеть (Камалахти) и локального эколого-биологического (Костомукша) мониторингов (А.А. Кучко, И.П. Лазарева, В.А. Коломыцев, В.В. Дьяконов, Г.В. Шильцова, В.И. Крутов, Н.Г. Федорец). Разработана концепция формирования сети особо охраняемых природных территорий (С.В. Сазонов). ИЛ — один из инициаторов создания и руководитель НИР по обоснованию большинства организованных в последние годы ООПТ, в т.ч. национальных парков «Паанаярви», «Водлозерский» и «Калевальский»; активный участник подготовки и издания Государственных докладов о состоянии окружающей природной среды РК (1993–2006 гг.), «Красной книги Карелии» (1985, 1995) и «Красной книги Восточной Финноскандии» (1998), основной разработчик «Концепции экологической безопасности города Петрозаводска на 2001–2010 гг.» (2001). Участвует в экспертизе проектов постановлений Правительства РК по природоохранной и лесохозяйственной тематике. Ученые ИЛ оказывают большую помощь в решении проблемы сохранения памятников деревянного зодчества музея-заповедника «Кижи»: организован мониторинг биоразрушения деревянных конструкций, изучаются процессы старения древесины и ведется поиск экологически безопасных технологий ее консервации и др. (В.А. Козлов, М.В. Кистерная).

Институт поддерживает тесные творческие связи с научными организациями и вузами лесного и лесобиологического профиля России. С 90-х гг. заметно расширяются международные связи. ИЛ стал членом Европейского института леса (Финляндия) и Международного союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО). Успешно сотрудничает с родственными научными учреждениями Финляндии, Швеции, Норвегии, участвовал в выполнении 24 международных, в основном российско-финляндских, программ, проектов и совместных тем. С 1997 г. и по настоящее время исследования проводятся в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России». По этим материалам в сотрудничестве с другими институтами КарНЦ РАН дано научное обоснование организации новых национальных парков «Калевальский» (создан в 2006 г.), «Ладожские шхеры», «Тулос», «Койтайоки-Толвоярви», ландшафтных заказников «Сыроватка» и «Чукозеро», дана подробная характеристика природных комплексов Вепсской волости, подобная работа ведется на площадях территории планируемого ландшафтного заказника «Гридино». На названных территориях проведены инвентаризация и изучение биологического разнообразия наземных и водных экосистем. По

материалам исследований проведены две крупные международные конференции и опубликовано несколько монографий и сборников оперативного-информационных материалов.

В настоящее время в структуре института 7 лабораторий: лесоведения и лесоводства (зав. д.с.-х.н. В.И. Саковец); лесовосстановления (зав. к.с.-х.н. А.И. Соколов); ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем (зав. к.б.н. А.В. Кравченко); лесной микологии и энтомологии (рук. д.б.н. В.И. Крутов); лесного почвоведения и микробиологии (зав. д.с.-х.н. Н.Г. Федорец); физиологии и цитологии древесных растений (зав. д.б.н. Л.Л. Новицкая) и аналитическая (зав. А.К. Морозов). Функционируют 6 стационаров и опорных пунктов, экспериментальная база на Агробиологической станции Института биологии КарНЦ РАН. В институте имеется гербарий сосудистых растений (свыше 25 тыс. образцов), лишайников (свыше 8 тыс. образцов) и грибов (около 4 тыс. образцов), а также коллекция насекомых (около 20 тыс. экз.). Открыта аспирантура по 5 специальностям, с 1998 г. функционирует филиал кафедры лесного хозяйства лесотехнического факультета, а с 2005 г. — филиал кафедры агрономии и почвоведения сельскохозяйственного факультета ПетрГУ. Общее число работающих 96 человек, в том числе 58 научных сотрудников, среди которых 11 докторов и 32 кандидата наук. В штате института 19 молодых ученых и аспирантов в возрасте до 35 лет.

Современная тематика НИР соответствует основным направлениям фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН и включает изучение:

- структурно-функциональной организации и динамики лесных экосистем и эколого-экономическую оптимизацию лесопользования;

- строения и динамики лесных сообществ искусственного происхождения и биоэкологическое обоснование способов и технологий восстановления лесов;

- строения, спонтанной и антропогенной динамики таежных ландшафтов и ландшафтно-экологическое планирование многоресурсного лесопользования;

- структуры комплексов лесных насекомых и грибов, их биоценологических связей в целях повышения устойчивости и продуктивности лесных экосистем, разработку зональной системы лесозащитных мероприятий;

- вопросов интродукции, семеноводства, селекции и клонального микроразмножения древесных растений;

- структуры почвенного покрова, оценку продуктивности лесных земель, биодиагностику плодородия почв, антропогенной трансформации и оптимизации их экологических функций;

- разнообразия региональной биоты, популяционной структуры и генотипической изменчивости лесообразующих пород;
- биопродукционных процессов в лесных фитоценозах на субклеточном, клеточном, тканевом, организменном, ценоотическом уровнях и др.;
- а также обоснование репрезентативной сети особо охраняемых природных территорий.

Исследования выполняются на высоком методическом уровне в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и международных грантов. Возглавляют их известные в нашей стране и за рубежом доктора наук Л.В. Ветчинникова, А.Н. Громцев, В.И. Крутов, А.М. Крышень, Ю.П. Курхинен, Н.В. Медведев, Л.Л. Новицкая, Т.А. Сазонова, В.И. Саковец, Н.Г. Федорец, Н.П. Чернобровкина, В.И. Шубин и кандидаты наук В.А. Ананьев, О.Н. Бахмет, Н.И. Германова, А.В. Кравченко, А.В. Полевой, Б.В. Раевский, С.В. Сазонов, С.М. Синькевич, А.И. Соколов, М.А. Фадеева, А.Э. Хумала и др.

В последние годы благодаря целевым программам Президиума РАН и Российского фонда фундаментальных исследований значительно обновлена приборная база института. Он оснащен таким современным оборудованием, как CHNOS-анализатор марки PE-2400 фирмы «Perkin Elmer», атомно-абсорбционный спектрофотометр AA-6800 фирмы «Shimadzu» (Япония) с пламенной и электротермической атомизацией, с дейтериевой коррекцией фона и SR-методом; микроволновая система подготовки образцов Multiwave фирмы «Anton Paar» (Австрия), хроматограф газовый «Кристалл 5000м» с пламенно-ионизационным и детектором электронного захвата («Хроматэк», Йошкар-Ола), хроматограф жидкостный «Стайер» (НПКБ «Аквилон», Москва), анализатор аминокислотный («Микротехна», Чехия) и др.

Основные результаты исследований ИЛ опубликованы в 110 монографиях, 130 тематических сборниках научных работ, 75 научно-популярных книгах и брошюрах и сотнях статей в отечественных и зарубежных изданиях. Составлена серия средне- и мелкомасштабных тематических карт и опубликован атлас загрязнения лесной территории РК тяжелыми металлами и серой. Получено более 50 авторских свидетельств и 2 патента на изобретения. Учеными института (с участием специалистов лесного хозяйства) разработано более 100 региональных наставлений, рекомендаций, методических указаний по всем вопросам ведения лесного хозяйства, рационального природопользования и охраны природы, которые находят широкое практическое применение в лесохозяйственной и приро-

доохранной деятельности в РК и на Северо-Западе таежной зоны РФ. Среди них: «Наставление по рубкам ухода в лесах Республики Карелия» (1970, 1982, 1995), «Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде Республики Карелия» (1969, 1984, 1995), «Рубки ухода в лесах таежной зоны европейской части России» (1995), «Рубки главного пользования и меры содействия естественному лесовозобновлению в лесах Республики Карелия (нормативные материалы)» (1998), «Рекомендации по проведению рубок обновления и переформирования в водоохранных лесах Карелии» (2003) и др. В рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России» институт участвовал в составлении «Рекомендаций по проведению рубок промежуточного пользования на Северо-Западе России» (2004), «Рекомендаций по лесовосстановлению в Республике Карелия и Мурманской области» (2005) и «Рекомендаций по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России» (2005).

Значительный вклад ученых института в развитие лесобиологической науки и практику лесного хозяйства республики отмечен государственными наградами и почетными званиями СССР, РФ и РК.

Актуальность научных проблем и прикладных задач, решаемых институтом, определяется тем, что лес является основным биотическим компонентом ландшафтов региона, выполняющим важные экологические функции. Лесосырьевые ресурсы республики были и остаются основой для функционирования лесопромышленного комплекса — ведущей отрасли экономики Карелии.

МОНИТОРИНГ ЛЕСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯРНОЙ БИОИНДИКАЦИОННОЙ СЕТИ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПО ПРОГРАММЕ ICP-FORESTS

А.С. Алексеев*, Р.Ф. Трейфельд**, А.Е. Синкевич*

**Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия,
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5,
e-mail: a_s_alekseev@mail.ru*

***ФГУП «Севзаплеспроект»*

Введение

В 2005 году отмечалось 20 лет со дня начала реализации крупнейшего международного проекта в области лесного хозяйства — проекта экологического мониторинга лесов по единой методике, известной в России как методика Международной кооперативной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнений атмосферы на леса (ICP-Forests). Указанная программа мониторинга лесов осуществляется под эгидой Экономической комиссии ООН для Европы в рамках Международной конвенции по трансграничному загрязнению атмосферы (CLTAP) с 1985 года [1, 2].

Экологический мониторинг лесов по программе ICP-Forests начал осуществляться еще в бывшем СССР с 1987 г. в республиках Прибалтики, так как в соответствии с CLTAP СССР должен был создать систему мониторинга лесов на глубину 500 км от своих западных границ [3]. С 1995 года мониторинг по программе ICP-Forests рекомендован для осуществления бывшей Федеральной службой лесного хозяйства РФ, а с 1998 года он рекомендован ею как инструмент для контроля за критерием №2 — поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов, из списка Критериев и Индикаторов устойчивого управления лесами, утвержденного приказом № 21 от 5 февраля 1998 года Федеральной службы лесного хозяйства [4,5].

Наиболее широкое распространение экологический мониторинг лесов по программе ICP-Forests [6] получил в Ленинградской области, некоторые его итоги и возможные перспективы излагаются в настоящей статье.

Основы методики регионального мониторинга лесов с применением регулярных биоиндикационных сетей [7]

Регулярные биоиндикационные сети пробных площадей являются наиболее простым и понятным способом организации отбора модельных деревьев с некоторой заданной относительно большой территории по строгим и однозначным правилам. Выполнение таких правил позволяет

считать осуществленную по ним выборку случайной и, в том случае если деревьев отобрано достаточное количество — репрезентативной, а полученные выводы о состоянии лесов на данной территории будут статистически обоснованными. Применение регулярных биоиндикационных сетей аналогично широко применяемому в таксации механическому отбору деревьев в выборку (выбирается, например, каждое 5-е дерево в изучаемом насаждении), обеспечивающему с достаточной точностью ее случайность.

Обоснование необходимого числа модельных деревьев (N) осуществляется с использованием неравенства Чебышева, которое справедливо для любого вида распределения деревьев по классам повреждения:

$$P(|x - x^*| > a) \leq s^2 / a^2 \cdot N,$$

где x — средний класс повреждения деревьев, определенный по N моделям в результате мониторинга, x^* — истинный средний класс повреждения деревьев на заданной территории, a — допустимая погрешность определения среднего класса повреждения, s^2 — дисперсия распределения деревьев по классам повреждения, P — вероятность уклонения истинного значения среднего балла повреждения деревьев от рассчитанного по N моделям более, чем на a . Отсюда количество модельных деревьев равно:

$$N = s^2 / a^2 \cdot P$$

При определении N оценку дисперсии s^2 целесообразно взять соответствующей равномерному распределению деревьев по классам повреждения, как имеющему максимальную дисперсию. Таким образом, при 4-х и 5-ти балльной шкале состояний $s^2 = 1,25$ и $2,0$, предполагая допустимую погрешность определения среднего класса повреждения $0,1$, вероятность ошибки, большей чем допустимая — $P = 0,05$, получаем $N = 2500-4000$ шт., что соответствует 104 и 167 пунктам постоянных наблюдений (ППН) по 24 дерева на каждом. На территории Ленинградской области было запроектировано 239 ППН, 158 по сосне и 81 по ели (рис.1). Как видно на карте наибольшее число ППН заложено на Карельском перешейке и в Западной части области, где имеет место быть наибольшая плотность населения и, соответственно, наибольшая интенсивность антропогенных воздействий.

В соответствии с вышеуказанной методикой ППН закладываются в центрах (с отклонением не более $0,5$ км) пересечения координат биоиндикационной сети, не ближе 35-40 м от края таксационного выдела, опушки, дороги, ЛЭП, с привязкой к хорошо заметным в натуре ориентирам. При отсутствии в центре ППН дерева в землю вкапывается столбик.

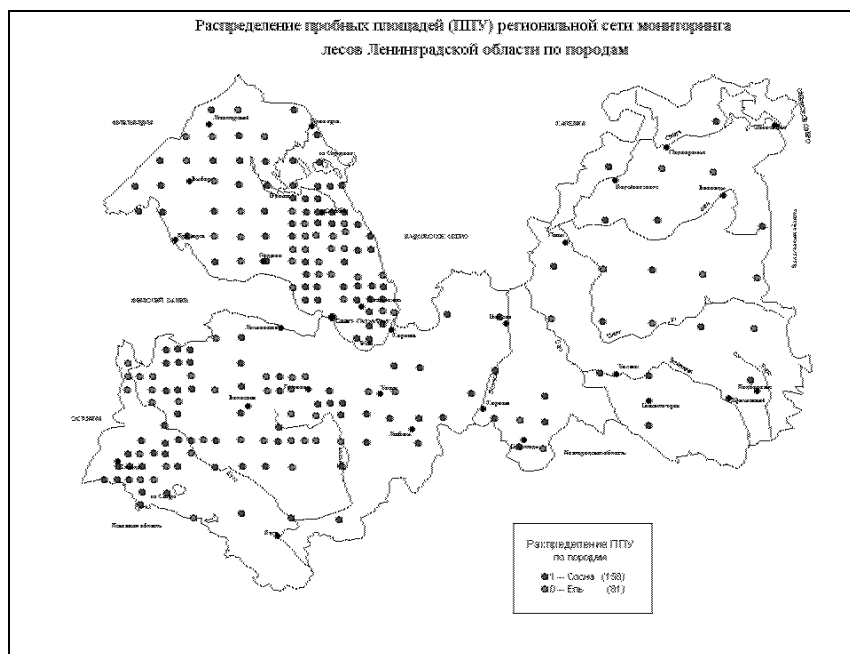


Рис. 1. Регулярная сеть пунктов постоянных наблюдений (ППН) системы мониторинга лесов Ленинградской области

Следует отметить, что каждый выдел, в котором закладывается ППН, автоматически приобретает статус ОЗУ, и исключается из расчета любых видов пользования.

На каждом ППН оценивается 24 дерева — по 6 в каждой из четырех точек учета (ТУ). Точки учета в свою очередь закладываются на расстоянии 25 м от центра ППН по направлению сторон света. Оцениваются живые деревья 1 яруса 1-3 классов Крафта. Центр ТУ обозначают колышком высотой 0,5 — 0,7 м, от которого измеряют точное расстояние до 1 и 6 учетных деревьев.

Учетные деревья маркируются белой масляной краской с двух сторон на высоте 1,5 м. В числителе указан номер учетного дерева (1-6), в знаменателе — номер ТУ. На тонких деревьях для маркировки используются бирки, либо номера обозначаются полосами. На каждой ТУ среди модельных деревьев выбирают одно среднее.

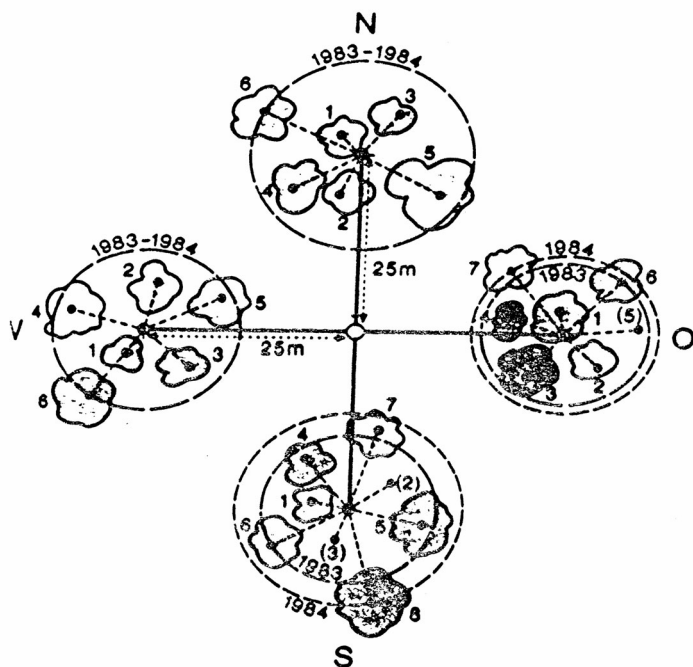


Рис. 2. Схема пункта постоянных наблюдений (ППН) регулярной сети экологического мониторинга лесов Ленинградской области

Показатели учетных деревьев заносились в учетную карточку, где все данные объединены в 10 макетов:

1. Географические координаты ППН.
2. Республика, область, район, землевладелец, лесхоз, лесничество, квартал, выдел, площадь выдела, группа лесов, категория защитности.
3. Природная зона, высота над уровнем моря, топография, рельеф, экспозиция, положение на склоне.
4. Тип почвы, ее механический состав, мощность, дренаж, глубина подстилающей породы.
5. Тип условий местопроизрастания, тип леса.
6. Состав древостоя, средняя высота, происхождение, ярусность, возраст, полнота, бонитет, запас, форма хозяйства, хозяйственные мероприятия за последние 5 лет.
7. Состояние второго яруса, наличие сухостоя, возобновление, состояние напочвенного покрова.
8. Дата закладки и данные об исполнителях.

9. Данные о средних по ТУ деревьях: номер, расстояние до центра ТУ, расстояние до первого и шестого дерева, возраст, диаметр кроны, высота, высоты до первых живых и сухих ветвей, соотношение прироста в высоту и прироста боковых ветвей, наличие мхов и лишайников, тип и угол ветвления (для ели).

10. Данные о модельных деревьях: порода, диаметр, класс Крафта, состояние вершины, наличие сухих ветвей, степень плодоношения, возраст хвои, дефолиация и дехромация кроны, доля повреждения насекомыми, болезнями и иными причинами.

Примерно на 20% ППН производился отбор образцов для почвенных анализов (в наиболее репрезентативных насаждениях). Для взятых образцов определялись: механический состав, гигроскопическая влажность, кислотность, органический углерод, общий азот, фосфор, калий, кальций, магний, количество гумуса.

Определение состояния обследуемых насаждений основано на использовании метода биоиндикации, при котором учитывают морфологические изменения деревьев. Важнейшими биоиндикационными признаками повреждения деревьев при мониторинге лесов являются дефолиация (потеря хвои и листьев) и дехромация (изменение окраски) крон деревьев. На основе этих показателей формируют интегральные классы повреждения деревьев. Выделяют пять таких классов жизненного состояния, каждому из которых присваивается свой балл (0 — здоровое дерево, 1 — ослабленное, 2 — сильно ослабленное, 3 отмирающее, 4 — сухостой). Согласно вышеуказанной методике европейского мониторинга лесов, интегральным классам повреждения деревьев соответствуют следующие величины дефолиации и дехромации крон деревьев:

Интегральные классы повреждения деревьев

Степень дефолиации, %	Степень изменения окраски хвои или листьев, %			
	<10	11–25	26–60	>60
<10	0	0	1	2
11–25	0	1	2	2
26–60	1	2	3	3
61–99	3	3	3	3
100	4	4	4	4

Для оценки жизненного состояния древостоев применяется индекс состояния (I, баллы), представляющий собой средний взвешенный класс повреждения составляющих древостой деревьев:

$$I = \left(\sum_{i=0}^4 i w_i \right) / W,$$

где i — номера классов повреждения деревьев, баллы; w_i — количество деревьев i -го класса повреждения в данном насаждении; W — общая численность деревьев.

Важным методическим вопросом при оценке жизненного состояния древостоев является отношение к включению в расчет индекса старого сухостоя, который сильно влияет на его величину и соответственно на окончательные выводы. Особенно это актуально для северных лесов, где стволы отмерших деревьев могут стоять несколько десятилетий, практически не влияя на жизненное состояние древостоя. Учет такого сухостоя сильно и недостаточно обоснованно ухудшает оценку жизненного состояния древостоев и поэтому рекомендуется включать в расчет индексов состояния сухостой с давностью его образования не более 10 лет.

По величине индекса состояния древостои классифицируются следующим образом:

Классификация древостоев по величине индексов состояния

Категория состояния древостоя	Величина индексов по категориям состояния	
	По отечественной методике	По европейской методике
Здоровые	1–1,5	0–0,5
Ослабленные	1,6–2,5	0,6–1,5
Сильно ослабленные	2,6–3,5	1,6–2,5
Отмирающие	3,6–4,5	2,6–3,5
Сухостой	>4,6	>3,6

Основные результаты мониторинга состояния лесов Ленинградской области

Территория Ленинградской области традиционно делится на три части, внутренними границами которых являются реки Нева и Волхов: Карельский перешеек (южная граница — река Нева), Западная часть и Восточная часть, разделяемые рекой Волхов. Состояние лесов в Ленинградской области в целом и по отдельные ее регионам характеризуется распределением модельных деревьев по классам состояния — экологической структурой лесов, которая приведена в табл. 1. В табл. 1 также представлены индексы состояния хвойных древостоев по области в целом, и по регионам в отдельности.

Данные таблицы показывают, что число модельных деревьев за анализируемый период времени сократилось с 5160 штук, расположенных на 215 ППН, до 5112 — на 213 ППН. Таким образом, 2 ППН были утрачены в результате их вырубки в нарушение их защитного статуса, как видно из таблицы одна на Карельском перешейке и одна в Западном регионе

области. Индекс состояния древостоев хвойных пород незначительно сократился по области в целом, за счет улучшения состояния лесов на Карельском перешейке, в то время как в Западном и Восточном регионах произошло их ухудшение.

Таблица 1

Распределение модельных деревьев хвойных пород Ленинградской области в целом и регионов по классам состояния в 1995–1996 и 2001–2003 гг.

Регион	Годы учета	Класс состояния (число деревьев/доля)					Всего
		0	1	2	3	4	
Ленинградская область	1995-96	2348	2083	661	68	0	5160
		0,455	0,404	0,128	0,013	0,000	1,000
	2001-03	3093	1452	490	69	8	5112
		0,605	0,284	0,096	0,013	0,002	1,000
Карельский перешеек	1995-96	575	1021	531	57	0	2184
		0,263	0,467	0,243	0,026	0,000	1,000
	2001-03	1579	463	91	25	2	2160
		0,731	0,214	0,042	0,012	0,001	1,000
Западный	1995-96	1149	996	124	9	2	2280
		0,504	0,437	0,054	0,004	0,001	1,000
	2001-03	1266	676	274	35	5	2256
		0,561	0,300	0,121	0,016	0,002	1,000
Восточный	1995-96	621	66	6	2	1	696
		0,892	0,095	0,009	0,003	0,001	1,000
	2001-03	248	313	125	9	1	696
		0,356	0,450	0,180	0,013	0,001	1,000

Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области по отдельным ППН в 1995-96 и 2001–2003 годах представлено на рис. 3 и 4

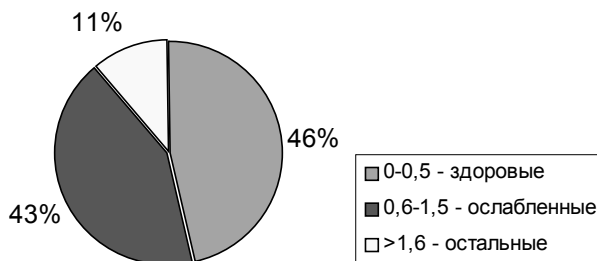


Рис. 3. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в 1995-96 г. г. (% ППН)

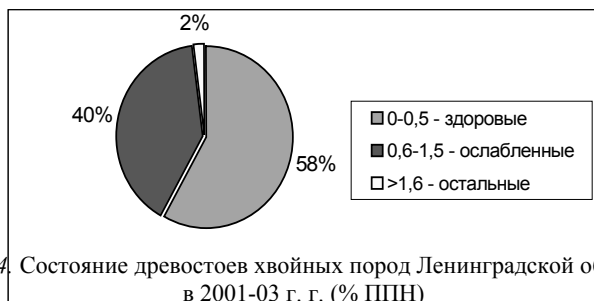


Рис. 4. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в 2001-03 г. г. (% ППН)

Рис. 3 и 4 показывают, что за анализируемый промежуток времени произошло увеличение числа ППН с здоровыми древостоями на 12% и сократилось с ослабленными на 3%, и более сильно поврежденными на 9%, что находится в соответствии с полученными выше результатами анализа распределения всех модельных деревьев по классам состояния.

Изменения состояния древостоев происходят конкретно на каждом ППН, поэтому в целом динамика состояния хвойных лесов по области и по регионам может быть оценена по процентам ППН, на которых произошли изменения в лучшую или худшую сторону. Эти результаты представлены на рис. 5, 6, 7 и 8.

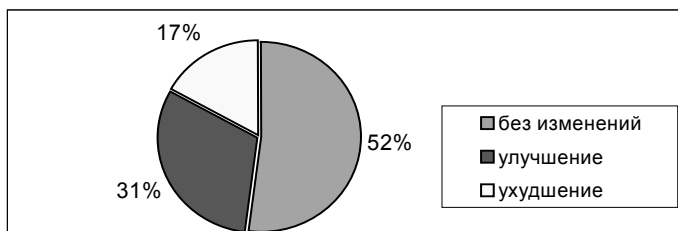


Рис. 5. Изменение состояния древостоев хвойных пород Ленинградской области в целом за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)



Рис. 6. Изменение состояния древостоев хвойных пород Карельского перешейка Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)

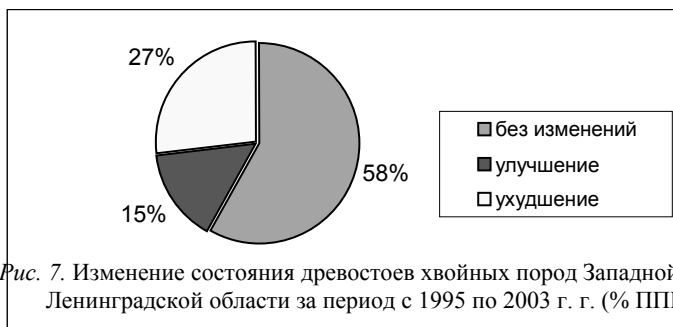


Рис. 7. Изменение состояния древостоев хвойных пород Западной части Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)



Рис. 8. Изменение состояния древостоев хвойных пород Восточной части Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)

Рис. 5-8 показывают, что по Ленинградской области в целом на 52% ППН не произошло изменений состояния древостоев хвойных пород, на 31% ППН произошло улучшение состояния и на 17% — ухудшение. На Карельском перешейке произошло улучшение состояния древостоев на 58% ППН при ухудшении на 10% и отсутствии изменений на 32% ППН. В западной и восточной частях области доли ППН с ухудшением состояния древостоев превосходят, таковые с улучшением. Интересно отметить, что в Восточной части области ухудшение состояния древостоев произошло на всего 3% ППН, однако, как следует из табл. 1., ухудшение в целом по региону было существенным, что позволяет предположить наличие относительно компактного повреждения насаждений хвойных пород, что, однако требует дополнительного анализа и изучения.

Изучалось состояние древостоев хвойных пород в зоне пятна радиоактивного загрязнения, которое образовалось на территории Ленинградской области в 1986 году. Результаты сравнения состояния древостоев в зоне загрязнения и за ее пределами, представлены на рис. 9. Видно, что в зоне загрязнения состояние древостоев существенно хуже, различия в состоянии статистически достоверны.

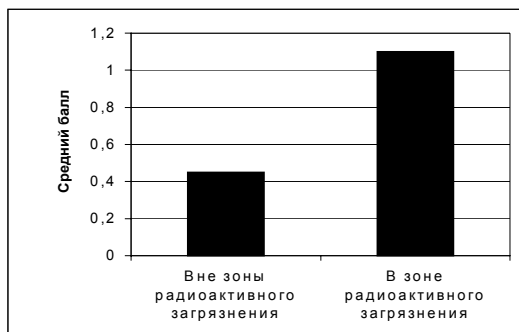


Рис. 9. Состояние древостоев хвойных пород в зоне пятна радиоактивного загрязнения

В целях изучения зависимости состояния древостоев хвойных пород от интенсивности антропогенного воздействия был проведен количественный анализ связи индекса состояния древостоев и места их расположения относительно населенных пунктов. Полученные данные обрабатывались с помощью метода регрессионного анализа, результаты которого представлены на рис.10.

Установлена достоверная зависимость состояния древостоев хвойных пород от расстояния до ближайшего населенного пункта, подавляющая часть ослабленных и поврежденных древостоев расположена на расстояниях 10 и менее километров от них. Закономерность оказалась одной и той же для данных 1996-96 и 2001-03 годов. В последний учетный период состояние древостоев немного улучшилось, но также закономерно оно ухудшается по мере приближения к населенным пунктам, как основным источникам антропогенного воздействия.

На основе полученных данных возможно сравнение состояния лесов Ленинградской области с состоянием их в других странах — участницах программы ICP-Forests. Наибольший интерес вызывает сравнение состояния наших лесов и лесов соседней Финляндии. По отчетным данным [8] доли модельных деревьев по классам состояния в Финляндии в 2002 году были следующими: здоровые (балл 0) — 0,543, ослабленные (1) — 0,338, сильно ослабленные (2) — 0,110, отмирающие и сухостой (3+4) — 0,009. Индекс состояния — 0,585. Данные по Ленинградской области приведены в табл.1, индекс состояния — 0,522. Таким образом, состояние хвойных лесов на соседних территориях приблизительно совпадает, оно немного лучше в Ленинградской области, что легко может быть объяснено меньшей концентрацией промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Близкие значения характеристик состояния лесов в Финляндии и

Ленинградской области косвенно подтверждают высокое качество проведенных у нас работ по мониторингу лесов.

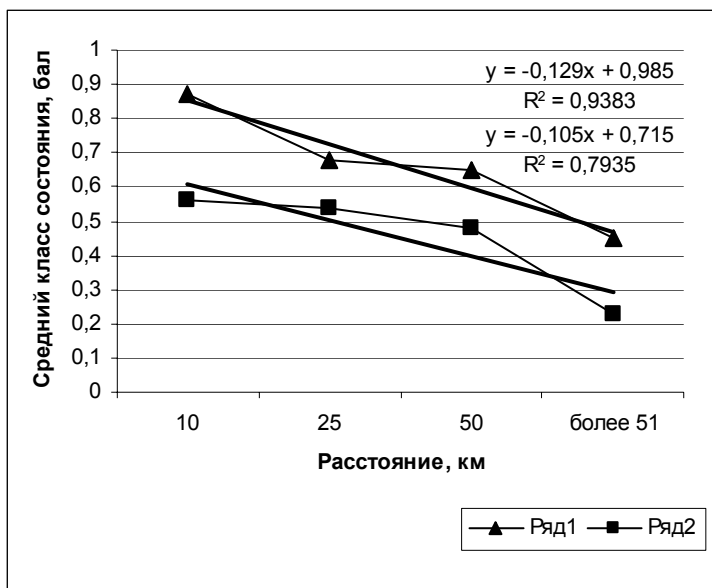


Рис. 10. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в зависимости от расположения относительно населенных пунктов.
Ряд 1 — данные мониторинга 1995-96 г. г., ряд 2 — данные мониторинга 2001-2003 г. г.

Рамки статьи не позволяют привести все результаты анализа полученных данных, например, состояние древостоев и его изменения по породам, данные по дефолиации и дехромации крон деревьев, результаты картирования повреждений древостоев и т. д., однако и приведенные выше материалы достаточно характеризуют состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области и его динамику во времени.

Заключение

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Мониторинг состояния лесов с помощью регулярных биоиндикационных сетей ППН является эффективным методом решения поставленных задач. Метод является достаточно чувствительным, так за период наблюдений с 1995 по 2003 годы изменения состояния древостоев в ту или иную сторону произошли на 48% ППН.

2. Результаты мониторинга дают информацию для оценки степени устойчивого управления лесами по критерию № 2 — поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов из списка, утвержденного приказом Рослесхоза в 1998 году. Получить информацию о состоянии лесов на территории сопоставимой с территорией субъекта Российской Федерации из других источников не представляется возможным.

3. Заложенная сеть ППН представляет собой важную научно-техническую инфраструктуру, позволяющую решать наряду с задачами мониторинга состояния лесов и другие проблемы, например, учет и инвентаризацию биоразнообразия [9]. В будущем она может послужить каркасом для применения выборочных методов статистической инвентаризации лесов области, а так же решения иных задач. Государственная инвентаризация лесов на основе выборочных статистических методов предусмотрена новым лесным кодексом и уже заложенная сеть ППН может снизить первоначальные затраты на ее проведение в Ленинградской области.

4. Полученные в результате проведенных работ данные являются сопоставимыми с данными других стран, что позволяет делать необходимые сравнения и заключения.

Список литературы

- Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Синкевич А.Е.* Экологический мониторинг лесов Ленинградской области: итоги и перспективы // Лесное хозяйство. 2007. № 2. С. 35-37.
- Europe's Forests in a Changing Environment. Twenty years of Monitoring Forest Condition by ICP-Forests. UNECE, Geneva. 2005. 64 p.
- Вайчис М.В.* Программа-методика проведения работ по региональному мониторингу лесов Европейской части СССР. Каунас-Гирионис, 1989. 56 с.
- Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forests (методика ЕЭК ООН), Москва, 1995. 42 с.
- Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами. Приказ № 21 от 5 февраля 1998 года Федеральной службы лесного хозяйства РФ.
- Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling assessment monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg/Prague: Programme Coordinating Centers/ UNECE. 1998. 177 p.
- Алексеев А.С.* Мониторинг лесных экосистем. 2-изд. СПб., 2003. 116 с.
- Forest condition in Europe. Report on the 2003 survey. UN/ECE, EC, Geneva, Brussels. 1994. 174 p.
- Алексеев А.С., Григорьева С.О., Егорова Г.Л., Трейфельд Р.Ф.* Оценка растительного разнообразия лесных экосистем. СПб., 2002. 72 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОТЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

М.А. Бондарцева, В.М. Коткова

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2
bondartseva@mail.ru, vera.kotkova@mail.ru*

Северо-Запад России исторически стал колыбелью не только формирования современной российской государственности, но и центром зарождения и развития многих научных дисциплин. В 1712 г. указом Петра I Санкт-Петербург был провозглашен столицей Российской империи, а уже в 1714 там был заложен Аптекарский огород с целью выращивания «полезных, курьезных и чуждых плант». «Огород» в 1832 г. был реорганизован в Императорский Санкт-Петербургский Ботанический сад, в 1917 г. переименованный в Главный Ботанический сад СССР. При Императорском ботаническом саде в 1905 г. А.А. Ячевским была основана Центральная фитопатологическая станция, позднее преобразованная в Отдел фитопатологии, существовавший до 1930 г., до слияния с Отделом споровых растений. В настоящее время Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН — ведущее научное учреждение страны в области ботанических наук, а лаборатории систематики и географии грибов и биохимии грибов являются преемниками традиций, научных направлений и разработок миколого-фитопатологических исследований, проводившихся в институте. Параллельно в Санкт-Петербурге, как столичном городе, были основаны ведущие научные учреждения России. В 1724 г. указом Петра I были учреждены Академия Наук и «гимназия», давшая начало СПб госуниверситету, а в 1803 г. начался процесс формирования крупнейшего научно-учебного центра, известного в настоящее время как Санкт-Петербургская лесотехническая академия. В этих учреждениях, а позднее также и в основанном по инициативе Н.И. Вавилова (1929 г.) Институте защиты растений (ВИЗР), закладывались основы отечественной микологии, лесной и сельскохозяйственной фитопатологии. Не удивительно, что микологическое обследование всей России, в том числе и ее Северо-Запада, началось с Санкт-Петербургской губернии (ныне Ленинградская область).

Первые сведения о микобиоте Ленинградской области относятся к 1750 г., когда выдающийся русский ботаник С.П. Крашенинников составил список из 439 видов грибов из окрестностей Санкт-Петербурга. К сожалению, эта работа была утрачена (Ячевский, 1933). Позднее, в 1799 г.

Соболевский опубликовал «Петербургскую флору» на латинском языке. В 1801-1802 гг. этот труд был переиздан на русском языке под названием «Санкт-Петербургская флора или описание находящихся в Санкт-Петербургской губернии природных растений...». Во втором томе (Соболевский, 1802) имеется раздел о низших растениях. Среди упомянутых там грибов 26 видов относятся к группе афиллофороидных. Помимо кратких сведений о полезном или вредном значении включенных в сводку грибов для каждого вида указано русское и латинское название, но отсутствие имен авторов порой затрудняет идентификацию отдельных видов в рамках современных систем.

Первая полная сводка биоты афиллофороидных грибов России составлена Вейнманом в 1836 г. (Weinmann, 1836). В книге «Hymeno- et Gasteromycetes hucusque in Imperio Rossico Observatos» суммируются все имеющиеся сведения о биоте высших базидиальных грибов страны, причем основную часть материала составляют собственные сборы Вейнмана из окрестностей Санкт-Петербурга. Таким образом, книгу можно рассматривать как первое обобщение биоты афиллофороидных базидиомитов Санкт-Петербургской губернии. В последующие годы сведения о базидиальных грибах области носят разрозненный характер и касаются, главным образом, напочвенных съедобных и ядовитых видов, как например, в популярной иллюстрированной книжке «Собиратель грибов» (Кайгородов, 1891). Кроме агарикоидных в ней описаны 6 видов афиллофороидных грибов: *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Sarcodon imbricatus*, *Hericium coralloides*, *Clavulina cristata*, *Ramaria flava*.

Следующая после работы Вейнмана полная сводка о грибах средней России, в том числе и Ленинградской области, появилась только в 1908-1909 гг. Это был «Иллюстрированный определитель грибов средней России», составленный Е.П. Шереметевой (Шереметева, 1908) на основе работы Геннинга (P. Hennings) для известного издания Энглера и Прантля (Engler und Prantl). Е.П. Шереметева перевела на русский язык работу Геннинга, дополнив ее указаниями о местонахождениях грибов в России и выбросив из текста заведомо отсутствующие виды. «Определитель» вышел под редакцией известного русского миколога Ф.В. Бухгольца, который, несомненно, много способствовал улучшению этой работы. Общее количество афиллофороидных грибов для Санкт-Петербургской губернии составляет уже 161 вид.

В начале текущего столетия биотой грибов Санкт-Петербургской губернии занимался Н.А. Наумов. В работах 1913-1916 гг. (Наумов, 1913, 1914, 1915, 1916) среди других грибов указано 38 видов из группы афиллофороидных, причем некоторые из них явились новыми для области. Во 2-м издании «Определителя грибов» А.А. Ячевского (1913) содержится

много сведений об афиллофороидных грибах области, хотя точные данные о районах местонахождения отсутствуют.

На протяжении многих лет сбором, определением и оценкой таксономического статуса афиллофороидных, преимущественно трутовых, грибов занимался А.С. Бондарцев. Его исследования увенчались публикацией капитального труда «Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа» (Бондарцев, 1953). В этой книге для Ленинградской области указывается 105 видов трутовиков (афиллофороидных грибов с трубчатым гименофором). В книге Т.Л. Николаевой «Ежовиковые грибы» (1961) к сем. *Hydnaceae* отнесены грибы с кортициоидными, клавариоидными, гидноидными, телефороидными базидиомами различного происхождения. Из включенных в книгу 112 видов для Ленинградской области отмечено 52. В более старой работе того же автора (Николаева, 1933), обобщающей данные о грибах рода *Merulius s. lato* в СССР, для Ленинградской области указано 11 видов. Кроме таксономических работ сведения о деревообитающих базидиальных грибах разбросаны в многочисленных публикациях по болезням древесно-кустарниковых пород и по домовым грибам (работы А.С. Бондарцева, С.И. Ванина, Т.Л. Николаевой и др.). Всего по Ленинградской области и г. Ленинграду к 1960 г. было известно около 200 видов афиллофороидных грибов.

В период 1960–1963 гг. изучением афиллофороидных грибов Ленинградской области занималась М.А. Бондарцева (1963). В течение 1960—1963 гг. были обследованы ключевые районы области, отмечены закономерности распространения афиллофороидных грибов по субстратам и экосистемам. Всего, включая собственные и литературные данные, для области было выявлено 305 видов афиллофороидных грибов. Этот список не был опубликован и сохранился только в рукописи диссертации. Позднее территорию города Санкт-Петербурга и Ленинградской области обследовал И.В. Змитрович (1997, 1998, 1999, 2000), обработавший для области кортициоидные и гетеробазидиальные макромикеты. Опубликованный им список (Змитрович, 1999) включает 239 видов из этих групп, в том числе 102 вида, ранее не отмеченные для области. В 1999 г. была опубликована сводная работа по афиллофороидным грибам Ленинградской области (Бондарцева и др., 1999), в основу которой были положены материалы диссертации М.А. Бондарцевой и опубликованного списка И.В. Змитровича (1999), с изменениями и дополнениями, полученными в процессе дальнейших исследований авторов сводки. По данным на 1999 г. для области был зарегистрирован 501 вид афиллофороидных грибов (вместе с данными по порядкам *Tremellales* и *Tulasnellales* 521 вид). В последние годы ряд публикаций по отдельным, преимущественно охраняемым, территориям области представлен В.М. Котковой (2003, 2005,

2007), Котковой и др.(2005, 2006), И.В. Змитровичем (Zmitrovich, 2003) и др. К настоящему моменту для г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области известно уже 594 вида афиллофороидных грибов.

Изучение микобиоты Республики Карелия началось несколько позднее и на первых этапах было связано с исследованиями шведских и финских ученых. Первые заметки о грибах этого региона были опубликованы Р. Ньюладером (Nylander, 1859), который в дальнейшем полностью посвятил себя изучению лишайников. Большой вклад в изучение микофлоры этого региона внес П.А. Карстен (P.A. Karsten). С 1859 года он приступил к активному изучению грибов на территории Финляндии, в том числе и в районах, в настоящее время входящих в состав Республики Карелия. В 1871-1879 гг. была издана сводка Карстена по грибам Финляндии в 4-х частях, третий том которой посвящен базидиальным грибам (Karsten, 1876). Параллельно он начал публиковать серию заметок, представляющих собой дополнения и примечания к опубликованным сводкам. В дальнейшем результаты его многолетних исследований были обобщены в определителе (Karsten, 1889) и полной сводке по базидиальным грибам Финляндии (Karsten, 1899). Специальное исследование микобиоты Республики Карелия впервые было осуществлено участниками Олонецкой научной экспедиции 1920—1924 гг. под руководством Г.Ю. Верещагина, снаряженной Государственным гидрологическим институтом совместно с Главным Ботаническим садом (ныне Ботанический институт РАН) и другими научными учреждениями (Верещагин и др., 1921). В составе экспедиции работал В.П. Савич, которым была собрана коллекция из 2000 образцов грибов из разных систематических групп, относящихся к 200 видам. Л.А. Лебедева, также принимавшая участие экспедиции, на основании своих сборов опубликовала список грибов и микомицетов, который включал 46 видов афиллофоровых грибов, 37 из которых найдены на территории, ныне относящейся к Карелии (Лебедева, 1933). Определения трутовых грибов были сделаны Л.А. Лебедевой совместно с С.И. Ваниным. Особо следует отметить работу М.В. Фрейндлинг (1949), в которой она приводит список грибов, составленный на основании сборов 1934-1936 и 1946-1947 годов, проведенных ею в заповеднике «Кивач». Список включает 344 вида грибов, в том числе 60 видов афиллофоровых. К сожалению, большая часть находок, указанных в этих работах, не подтверждена гербарными образцами. Кроме того, в 1930-е годы также проводилось изучение афиллофоровых грибов на той части современной территории республики, которая в то время относилась к финской провинции Куусамо. На основании собственных сборов финский миколог М. Лаурила (Laurila, 1939) составил аннотированный список базидиомицетов. В указанной работе имеются сведения о нахождении в Карелии 16

видов грибов, преимущественно кортициоидных. Позднее, по сборам Лаурилы и некоторых других финских микологов был опубликован список грибов провинции Kuusamo (Ulvinen et al., 1978, 1981), но точные местонахождения видов в нем не приводятся.

В списке грибов, опубликованном в работе В.И. Шубина и В.И. Крутова «Грибы Карелии и Мурманской области» (1979) для территории Карелии указано 118 видов афиллофоровых грибов. В этой работе была предпринята попытка объединить все имеющиеся и вновь полученные данные по микро- и макромицетам этого региона.

С начала 90-х годов прошлого века работа по изучению афиллофоровых грибов на территории Республики Карелия выполнялась в сотрудничестве специалистами Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и Института леса КарНЦ РАН, с эпизодическим участием финских специалистов. В серии публикаций были представлены данные об афиллофороидных грибах охраняемых или подверженных антропогенному риску территориях Карелии (Бондарцева, Свищ, 1993; Бондарцева и др., 1996; Крутов и др., 1998; Лосицкая и др., 1999 и др.). В кандидатской диссертации «Афиллофоровые грибы Республики Карелия» В.М. Лосицкой (Котковой) были подведены итоги изучения афиллофороидных грибов Карелии. Всего для республики было указано 382 вида, из них 145 видов отмечены впервые для территории (Лосицкая, 1999). В XXI веке исследования интенсивно продолжаются, как на охраняемых территориях республики, так и в приграничной с Финляндией зоне (Бондарцева и др., 2000; Бондарцева и др., 2001a; Бондарцева и др., 2001б; Лосицкая и др., 2001; Bondartseva, Kotkova, 2003; Коткова (Лосицкая) и др., 2003; Коткова и др., 2006; Крутов и др., 2005, 2006; Коткова, Бондарцева, 2006 и др.) Традиционную заинтересованность в изучении афиллофоровых грибов Карелии проявляют также и финские специалисты (Lindgren, см. совместные публикации; Niemela et al., 2001). К настоящему моменту для Карелии известно 478 видов афиллофороидных грибов и, наряду с Ленинградской областью, территория этого региона является одной из наиболее изученных в России.

Территория Республики Коми долгое время оставалась «белым пятном» на микологической карте России. В рукописи Г.А. Голято (1951) упоминается сообщение акад. И. Лепехина о нахождении и заготовке листовенничной губки с территории Коми. В той же работе упоминаются 25 самых обычных видов трутовых грибов (цит. по: Косолапов, 2004). Первое исследование афиллофороидных грибов на территории республики было осуществлено Э.Х. Пармасто (1963), в которой приводится список из 110 видов афиллофороидных макромицетов. в дальнейшем наибольший вклад в изучение афиллофороидных грибов Республики Коми

внес Я. Херманссон, собравший и определивший с территории Печеро-Илычского заповедника 185 видов афиллофороидных макромицетов, в том числе 120 видов трутовиков (Херманссон, 1997; Hermansson, 1997). Позднее на территории того же заповедника работали Н.В. Ушакова (2000), изучавшая трутовые грибы, и А.Г. Ширяев (2000), объектом работы которого были рогатиковые грибы (*Clavariaceae s. lato*). Всего к началу XXI века с территории республики было известно 240 видов афиллофороидных грибов. Специальное исследование биоты афиллофороидных грибов Республики Коми провел Д.А. Косолапов (2004). Результатом его работ явилось значительное пополнение списка видов и выявление закономерностей их распространения. Всего им приведен 381 вид, из которых 125 видов являются новыми для территории Республики Коми, а три вида (*Asterostroma laxum* Bres., *Phlebia griseoflavescens* (Litsch.) J. Erikss. et Hjortstam и *Phlebia longicystidia* (Litsch.) Hjortstam et Ryvarden) — новыми для России.

Состояние изученности афиллофороидных грибов в других регионах Северо-Запада России значительно слабее. Разрозненные упоминания об отдельных видах в журнальных публикациях и случайные гербарные образцы послужили основанием для включения этих данных в уже упоминавшиеся обобщающие сводки (Бондарцев, 1953; Николаева, 1961). Данные о клавариоидных грибах СССР с указанием распространения по регионам (в том числе по областям Северо-Запада России) были обобщены в «Определителе рогатиковых грибов СССР» Э.Х. Пармasto (1965), лахнокладиевые грибы были обработаны тем же автором в масштабе СССР (Пармasto, 1970). Обзор стереумовых грибов СССР был дан Т.А. Давыдкиной (Давыдкина, 1980). С 1986 г. из печати начали выходить тома «Определителя грибов СССР / России». Афиллофороидным грибам посвящены первые два выпуска (Бондарцева, Пармasto, 1986; Бондарцева, 1998). Сведения о грибах Северо-Запада России можно найти и в некоторых обзорных статьях (Пармasto, 1967). Интенсификация исследований началась в 90-х годах прошлого века.

Изучение афиллофороидных грибов Псковской области началось в конце XX века (Лосицкая, 1999; Попов, 2001; Коткова, 2004, 2006; и др.). В единственной известной старой работе А.И. Лобика (1914) говорится о нахождении 9 видов, найденных в окр. с. Бахово, но определить современное местоположение данной точки не удалось. К настоящему времени для области зафиксировано 273 вида афиллофороидных грибов. Исследования этой группы в Новгородской области только начались, имеются первые сведения о нахождении 89 видов (Лосицкая, 2002). Биота афиллофороидных грибов Архангельской области также слабо изучена. Помимо данных в общероссийских сводках имеется список из 139 видов из Кожозерского

национального парка (Руоколайнен, Коткова, 2004) а также некоторые сведения в публикациях У. Кьяльлг (Koljalg, 1996) и финских микологов (Niemela et al., 2001), где приводятся сведения о нахождении 64 видов на Онежском полуострове). Исследования грибов Мурманской области носили случайный характер и ограничивались, как правило, распространенными видами (Ванин, 1927). Основные данные были суммированы в работе В.И. Шубина и В.И. Крутова (1979), а также в общероссийских сводках. С учетом некоторых неопубликованных данных сведения о биоте афиллофороидных грибов этой области ограничиваются 143 видами.

Таблица

**Таксономическая структура видового состава афиллофороидных грибов
Северо-Запада России**

ПОРЯДКИ (число видов)	СЕМЕЙСТВА (число родов/видов)
AGARICALES (45)	Clavariaceae (4/19), Fistulinaceae (1/1), Pterulaceae (1/2), Schizophyllaceae 4/4), Typhulaceae (2/19)
BOLETALES (13)	Coniophoraceae (4/13)
CANTHARELLALES (24)	Botryobasidiaceae (2/10), Cantharellaceae (3/6), Clavulinaceae (2/6), Hydnaceae (1/2)
CERATOBASIDIALES (3)	Ceratobasidiaceae (2/3)
DACRYMYCETALES (1)	Cerinomycetaceae (1/1)
HYMENochaetaLES (74)	Hymenochaetaceae (8/42), Schizoporaceae (2/32)
PHALLALES (31)	Gomphaceae (4/13), Ramariaceae (3/18)
POLYPORALES (389)	Albatrellaceae (3), Atheliaceae (15/36), Boreostereaceae (2/2), Corticiaceae (5/10), Cyphellaceae (4/6), Cystostereaceae (2/2), Fomitopsidaceae (6/12), Ganodermataceae (1/2), Gloeophyllaceae (1/5), Hapalopilaceae (9/24), Hyphodermataceae (8/31), Meripilaceae (6/27), Meruliaceae (12/41), Phanerochaetaceae (6/23), Podoscyphaceae (2/2), Polyporaceae (20/87), Sistotremataceae (7/30), Sparassidaceae (1/1), Steccherinaceae (7/25), Tubulicrinaceae (1/11), Xenasmataceae (3/9)
RUSSULALES (65)	Auriscalpiaceae (2/3), Bondarzewiaceae (3/4), Echinodontiaceae (1/1), Hericiaceae (5), Lachnocladiaceae (4/12), Peniophoraceae (1/15), Stereaceae (12/25)
THELEPHORALES (54)	Bankeraceae (5/19), Thelephoraceae (4/35)
TREMELLALES (2)	Exidiaceae (2/2)
Всего 11 порядков, 47 семейств, 200 родов, 701 вид	

Всего в регионах Северо-Запада России зарегистрирован 701 вид афиллофороидных грибов из 11 порядков, 47 семейств и 200 родов по системе, опубликованной в 9-ом издании словаря Ainsworth and Bisby (2001). Таксономическая структура видового состава афиллофороидных грибов на Северо-Западе России представлена в таблице.

Работа поддержана грантами РФФИ 06-04-49524, 07-04-11408 и программой «Биоразнообразие».

Литература

- Бондарцев А.С.* Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М.: Л. Наука. 1953. 1106 с., CLXXXVIII таб.
- Бондарцева М.А.* Обзор порядка Aphyllophorales Ленинградской области. Дисс... канд. наук. Ленинград. 1963. 447 с., 50 рис.
- Бондарцева М.А.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. СПб.: Наука. 1998. 392 с.
- Бондарцева М.А., Змитрович И.В., Лосицкая В.М.* Афиллофороидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области // Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные животные. Рыбы и рыбообразные: Труды СПб о-ва естествоиспытателей. Сер. 6, т. 2. Ч. 1. СПб., 1999. С. 141—173.
- (Бондарцева, М.А., Коткова В.М.) Bondartseva M.A., Kotkova V.M.* Aphyllophoroid fungi from Tolvojärvi area (Karelian Republic) // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, № 4, с. 1-17.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М., Кивиниеми С.Н.* Комплексы деструктурирующих грибов хвойных древостоев заповедника «Кивач» (Русская Карелия) и биосферного заповедника «Северная Карелия» (юго-восточная Финляндия) // Проблемы антропогенной трансформации лесных биогеоценозов Карелии. Петрозаводск, 1996. С. 121—135.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М.* Афиллофороидные грибы особо охраняемых природных территорий Республики Карелия // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 42—75.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М., Яковлев Е.Б., Скороходова С.Б.* Грибы заповедника «Кивач» (аннотированный список видов) / Под редакцией М.А. Бондарцевой. М.: ИПП «Гриф и К», 2001. 90 с.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М.* Афиллофоровые грибы сосновых древостоев промышленной зоны города Костомукши // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск, 2001. С. 224—232.
- Бондарцева М.А., Пармasto Э.Х.* Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Вып. 1. Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые. 1986. Л.: Наука. 192 с.
- Бондарцева М.А., Свищ Л.Г.* Афиллофоровые грибы пробных площадей заповедника «Кивач» // Новости систематики низших растений. 1993. Т. 29. С. 37—42.
- Ванин С.И.* К микологической флоре Мурмана // Защита растений от вредителей. Л., 1927. Т. IV, № 4-5. С. 1—3.

- Вережагин Г.Ю., Давыдов К.Н., Дьяконов А.М., В.А. Петров, В.П. Савич, И.И. Соколов, В.М. Тимофеев, Е.Н. Савельева. Олонецкая научная экспедиция. Предварительный отчет о работах 1920 года. Петроград, 1921. 41 с.
- Давыдкина Т.А. Стереумовые грибы Советского Союза. Л.: Наука, 1980. 143 с.
- Змитрович И.В. Распространение афиллофоровых грибов по территории Санкт-Петербурга // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31, вып. 1. С. 19—27.
- Змитрович И.В. Кортиционидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области. Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. СПб.: БИН РАН, 1998. 445 с.
- Змитрович И.В. Кортиционидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области // Новости сист. низш. раст. Т.33. СПб, Наука. 1999. С. 65—79.
- Змитрович И.В. Новые данные о телефоровых грибах Ленинградской области // СПб., 2000. С. 128—131.
- Кайгородов Д. Собиратель грибов. СПб., 1891.
- Косолапов Д.А. Афиллофороидные макромицеты подзоны средней тайги Республики Коми. Автореферат дисс. ... Канд. биол. наук. СПб., 2004. 23 с.
- Коткова В.М. Афиллофоровые грибы памятника природы «Река Рагуша» и его окрестностей (Ленинградская область) // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 4. С. 48—56.
- Коткова В.М. Новые данные об афиллофоровых грибах национального парка «Себежский» // Природа Псковского края. 2004. Вып. 16. С. 3—8.
- Коткова В.М. Первые сведения о микобиоте регионального комплексного заказника «Выборгский» (Ленинградская область) // Новости систематики низших раст. 2005. Т. 39. С. 134—139.
- Коткова В.М. Новые сведения об афиллофоровых грибах Национального парка «Себежский» (Псковская область) // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 6. С. 502—509.
- Коткова В.М. Афиллофороидные грибы // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага «Березовые острова» (Финский залив) / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов, Е.А. Глазкова. 2007 (в печати).
- Коткова В.М., Бондарцева М.А. К микобиоте Муезерского района Республики Карелия // Новости систематики низших растений. СПб.: Наука, 2006. С. 135—143.
- Коткова (Лосицкая) В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И. Афиллофороидные грибы // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск, 2003. С. 119—126.
- Коткова В.М., Крутов В.И., Руоколайнен А.В. Афиллофоровые грибы заповедника «Кивач» // Природа государственного заповедника «Кивач». Тр. КарНЦ РАН. Биogeография Карелия. Вып. 10. Петрозаводск, 2006 С. 40—51.
- Коткова В.М., Морозова О.В., Попов Е.С. Грибы (макромицеты) // Юнтоловский региональный комплексный заказник / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. СПб, 2005. С. 141—152.
- Коткова В.М., Морозова О.В., Попов Е.С. 6.1. Макромицеты // Дудергофские высоты — комплексный памятник природы / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. СПб, 2006. С. 94—104.

- Крутов В.И., Коткова В.М., Руоколайнен А.В.* Афиллофороидные грибы // Природные комплексы Вепсской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование. Петрозаводск, 2005. С. 134—141.
- Крутов В.И., В.М. Коткова, А.В. Руоколайнен, П.Г. Заводовский.* Предварительные результаты изучения биоты афиллофороидных грибов национального парка «Водлозерский» // Водлозерские чтения: Естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера. Петрозаводск, 2006. С. 118—124.
- Крутов В.И., Руоколайнен А.В., Бондарцева М.А., Лосицкая В.М., Линдгрен М.* Видовое разнообразие афиллофоровых грибов в лесных экосистемах охраняемых природных территорий Карелии // «Биоиндикация — 98». Материалы Международной молодежной научной школы 21—28 сентября 1998. Т. 2. Петрозаводск, 1998. С. 54—59.
- Лебедева Л.А.* Грибы и миксомицеты Советской Карелии // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1933. Сер. 2, вып. 1. С. 329-403.
- Лобик А.И.* Грибные паразиты, собранные в Холмском уезде Псковской губернии летом 1912-13 года // Болезни растений. 1914. Т. 8, № 2-3. С. 74-89.
- Лосицкая В.М.* Афиллофоровые грибы Республики Карелия. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. СПб., 1999. 22 с.
- Лосицкая В.М.* К флоре афиллофоровых грибов Псковской области // Новости сист. низш. раст. 1999. Т. 33. С. 90—96.
- Лосицкая В.М.* Новые данные об афиллофороидных грибах Новгородской области // Новости сист. низш. раст. 2002. Т. 36. С. 54—59.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И.* Афиллофоровые грибы как индикаторы состояния сосновых древостоев промышленной зоны города Костомукши // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33, вып. 5. С. 331—337.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И.* Видовое разнообразие афиллофоровых грибов на разных стадиях сукцессии естественных лесов заповедника «Кивач» // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск, 2001. С. 82—99.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. // Тр. по прикл. ботанике. 1913. Т. 6, № 2. С. 187—212.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. II. Список грибов Петроградской губернии // Там же. 1914. Т. 7, № 10. С. 728.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. III. Список грибов Петроградской губернии // Там же. 1915. Т. 1, вып. 1. С. 51—60.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России IV, V. // Там же. 1916. Т. 2, вып. 1. С. 3—44.
- Николаева Т.Л.* Род *Merulius* в СССР // Сов. Ботаника. 1933. № 5. С. 96—111.
- Николаева Т.Л.* Ежевиковые грибы // Флора споровых растений СССР. VI. М.-Л., 1961. 433 с.
- Пармasto Э.Х.* К микологической флоре Коми АССР // Тр. по ботанике (уч. зап. Тартуского ун-та). 1963. Вып.136. С. 103—129.
- Пармasto Э.Х.* Определитель рогатиковых грибов СССР. М.-Л.: Наука, 1965. 165 с.

- Пармasto Э.Х. Трутовые грибы севера Советского Союза // Микология и фитопатология. 1967. Т. 1, вып. 4. С. 280-286.
- Пармasto Э. Лахнокладиевые грибы Советского Союза. (Parmasto E. The Lachnocladiaceae of the Soviet Union) Тарту: Инст. Зоол. и Бот. 1970. 168 с.
- Попов Е.С. Грибы (Fungi): макромикеты // Тр. С.-Петербургского общ-ва естествоиспытателей. Сер. 6, т. 4: Биоразнообразие и редкие виды Национального парка «Себежский». СПб., 2001.
- Руоколайнен А.В., Коткова В.М. Афиллофороидные грибы Кожозерского Природного парка (Архангельская область) // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 4. С. 34—44.
- Соболевский Г. Санкт-Петербургская флора. Ч. II. СПб., 1802. 402 с.
- Ушакова Н.В. Использование трутовых грибов как индикаторов качества окружающей среды // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала: Тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Сыктывкар, 2000. С. 186-188.
- Фрейндлинг М.В. Материалы к флоре шляпочных грибов заповедника “Кивач” Карело-Финской ССР // Изв. К.-Ф. фил. АН СССР, 1949. № 4. С. 84—97.
- Херманссон Я. Представители семейства Polyporaceae s. lat. и некоторых других родов порядка Aphyllophorales в Печоро-Илычском заповеднике // Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника. Екатеринбург, 1997. С. 326-365.
- Шереметева Е.П. Иллюстрированный определитель грибов средней России. Часть I: Нурочные, Thelephoraceae, Clavariaceae, Hydnaceae, Polyporaceae / Под ред. Ф.В. Бухгольца. Рига, 1908. 145 с.
- Ширяев А.Г. Рогатиковые грибы южной части Печоро-Илычского заповедника // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала: Тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Сыктывкар, 2000а. С. 204—207.
- Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 107 с.
- Ячевский А.А. Определитель грибов. Т. 1. Совершенные грибы. Изд. 2-е. СПб., 1913. С. I-XXII, 1-934.
- Ячевский А.А. Основы микологии. М.-Л., 1933. 1036 с.
- Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C., Stalpers J.A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of Fungi. 9th ed. N.Y. etc.: Oxford Univ. Press, 2001. 672 p.
- Hermansson J. Polyporaceae s. lat. and some other fungi in Pechoro-Ilych Zapovednik, Russia. Windahlia 22: Goteborg. 1997. — P. 67-79.
- Karsten P. A. Mycologia fennica. Terttia 3. Basidiomycetes. Helsingfors, 1876. 377 p.
- Karsten P. A. Kritisk oversigt af finlands Basidsvampar (Basidiomycetes; Gastero- and Hymenomycetes) // Helsingfors, 1889. 470 p.
- Karsten P. A. Finlands Basidsvampar i urval beskrifna // Helsingfors, 1899. 186 s + 9 tafl.
- Koljalg U. Tomentella (Basidiomycota) and related genera in Temperate Eurasia. Fungiflora, Oslo, 1996.

- Laurila M. Basidiomycetes novi rarioresque in Fennia collecti // Ann. Bot. Soc. Zool. Fenn. Vanamo. 1939. Vol. 10, N 4. P. 1—24.
- Niemela T., Kinnunen U., Lindgren M., Manninen O., Miettinen O., Penttilä R., Turinen O. Novelty and records of poroid Basidiomycetes in Finland and adjacent Russia // Karstenia. 2001. Vol 41. P. 1—21.
- Nylander W. Analyses mycologicae // Afr. Sallsk. F. Fl. Fenn. Not. Helsingfors, 1859. Vol. 1. P. 123—126.
- Ulvinen T., Ohenoja E., Ahti T., Alanko P. A preliminary check-list of the fungi (incl. lichens) of the Kuusamo biogeographical province, N.E. Finland // Kuusamo, 1978. 58 p.
- Ulvinen T., Ohenoja E., Ahti T., Alanko P. A check-list of the fungi (incl. lichens) of the Koillismaa (Kuusamo) Biological province, N.E. Finland // Oulu, 1981. 72 p.
- Weinmann J.A. Hymeno- et Gasteromycetes hucusque in Imperio Rossico observatos. Petropoli, 1836. 676 h., XXXVIII tab.
- Zmitrovich I.V. Tremelloid, aphyllophoroid and pleurotoid Basidiomycetes of Veps Plateau (Northwest Russia) // Karstenia, 2003. Vol. 43, № 1. P. 13—36.

МАССОВОЕ УСЫХАНИЕ ЛЕСОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

А.В. Жигунов, Т.А. Семакова, Д.А. Шабунин

*ФГУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Россия, 194024 Санкт-Петербург, Институтский проспект 21, факс: 552-80-42,
SPBFRlin@nm10043.spb.edu*

Явления массового усыхания лесов в европейской части России известны с XIX столетия, наблюдались они периодически и обычно связывались с экстремальными погодными условиями. В конце прошлого столетия массовые усыхания лесов приняли перманентный характер, в некоторых областях Северо-Запада России в настоящий момент они приобрели масштаб экологической катастрофы.

В европейской части России наибольшую тревогу вызывает усыхание ельников. Так, наиболее привлекшим к себе внимание и, вероятно, наиболее обширным по площади в России является массовое усыхание лесов в Архангельской обл., наблюдаемое с 1997 года. Усыхание имеет интенсивную динамику развития: с начала 2004 г. к концу 2005 г. площадь усыхания увеличилась примерно на 50% и оценивается сегодня более чем в 2 млн. га. При этом процесс поражения уже перекинулся и на Удорский район Республики Коми. Ожидается, что общая площадь усыхающих лесов может достигнуть 5 млн. га.

Кроме Архангельской обл. рассеянные очаги усыхания ели в массовом количестве встречаются в Ленинградской и Новгородской обл., отмечены они также в Карелии и Псковской обл. Ввиду рассеянности очагов в лесном фонде, отсутствия налаженного учета информация о количественных параметрах усыхания отсутствует. Наши наблюдения подтверждают сообщения Лесного форума Гринпис России — начальные признаки усыхания ельников наблюдаются в Суоярвском лесхозе Республики Карелия. По степени выраженности симптомов усыхания ситуация напоминает то, что наблюдалось в Архангельской обл. четыре-пять лет назад.

Вологодские ельники также усыхают (vologdainform.ru (13.04.2006). Согласно обследованию, проведенным Рослесозащитой в Кич-Городецком, Бабушкинском и Никольском районах, еловые леса находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Нужны срочные санитарные рубки. Аналогичные обследования планируется провести и в других районах области — в первую очередь в Великоустюгском, Нюксенском и Вытегорском.

Усыхают ельники не только на Северо-западе России, но и южнее. Имеется информация о плохом состоянии ельников в Московской, Брянской и Калужской обл. [0].

Усыхание ельников в соседней Белоруссии началось в 1992 г. и приняло катастрофический характер. По своим экономическим и социальным последствиям оно сравнимо с усыханием в Архангельской обл. Сплошное усыхание ельников произошло на площади более 73 тыс. гектаров или около 1% от всей площади лесного фонда республики [0]. В Польше отмечается рост площадей ельников, пораженных опенком: со 144 тыс. га в 1999 г. до более чем 200 тыс. га в 2003 г. [0], плохое санитарное состояние ельников характерно и для Чехии [0].

Кроме ельников наблюдается массовое усыхание сосняков — в Ленинградской и Псковской обл., в Костромской и Тверской обл., в Среднем Подонье [0], ясенников и дубрав — в Калининградской обл. [0]. Эти данные свидетельствуют о том, что усыхание ельников находится в контексте общего усыхания бореальных лесов, наблюдаемого в настоящий момент.

За последние 20 лет в Российской Федерации ежегодно усыхает в среднем около 300 тыс. га лесных насаждений. Динамика гибели лесов имеет определенную цикличность, связанную с периодичностью влияния на леса комплекса отрицательных факторов, но при этом рост площадей усохших насаждений имеет стабильный характер. По официальным данным, только в 2003 г. площадь погибших лесов составила 551,3 тыс. га, что в 1,6 раза больше, чем в 2002 г. и на 66% больше средних данных за последние 10 лет. Большая часть этих древостоев (88%) находится в Сибири и на Дальнем Востоке и представлена преимущественно хвойными лесами. Максимальная интенсивность усыхания, рассчитанная как отношение площади погибших лесов к покрытой лесом, зафиксирована в Южном федеральном округе и лесах Республики Калмыкия. Высокие показатели интенсивности усыхания отмечены в Читинской, Московской обл., Чукотском АО и Приморском крае.

Увеличение площадей усыхания хвойных лесов в целом (сосна, ель, пихта, лиственница), связанное с развитием корневых гнилей, в конце 90-х годов отмечается и в восточноевропейских странах. В Польше увеличились площади насаждений пораженных корневой губкой [0]. В Венгрии отмечается увеличение площадей сосняков, пораженных стволовыми вредителями, что также следует связывать с очагами корневых гнилей [0]. В Словакии увеличилась интенсивность отпада деревьев, обусловленного развитием корневой губки и опенка [0].

Процесс усыхания бореальных лесов в Северной Америке также распространен на огромных территориях. «The State» — официальный ин-

формационный портал штата Южная Каролина (США) — сообщает о развитии усыхания сосновых лесов западного побережья Канады. Статья называется «Rapid warming» spreads havoc in Canada's forests — «Быстрое потепление сеет разруху в лесах Канады»: речь идет о массовом усыхании сосновых лесов, связанном с небывалой вспышкой численности дендроктона *Dendroctonus ponderosae* Hopkins. Последние обследования показали, что площадь усыхающих лесов уже достигла 8,5 млн. га. По прогнозам, только в Британской Колумбии площадь усыхания увеличится втрое за ближайшие семь лет, или даже раньше.

Значительные площади сосновых лесов провинции Альберта также оказались заселены этим вредителем (сообщает globeandmail.com). Граница массового распространения жука достигла нехарактерных для него северных территорий, где размножение дендроктона ограничивалось ранее холодными зимами и заморозками в начале и в конце летнего сезона. Потенциально площадь сосновых лесов в провинции Альберта, которая может быть охвачена усыханием, оценивается примерно в 6 млн. га. Сообщается, что данный вид дендроктона, ранее заселявший только сосну скрученную (*Pinus contorta* Douglas), в настоящее время встречается уже и на сосне Банкса (*Pinus banksiana* Lamb.), ареал которой доходит до восточного побережья Канады. Это вызывает опасения, что массовое распространение жука продолжится и далее на восток.

Как видно из приведенного выше краткого обзора, леса усыхают в России, Европе, Северной Америке — **деградация таежных лесов становится глобальным явлением**. Вероятно, и причина этого явления также носит глобальный характер.

Предположение о том, что наиболее общими причинами массовой гибели лесов являются климатические изменения глобального характера в настоящее время, является, практически, безальтернативной гипотезой. Наши усилия были направлены на выявление конкретных механизмов развития массовых усыханий. Обследованиям были охвачены усыхающие леса в Калининградской, Ленинградской и Псковской областях.

Усыхание насаждений ясеня в Калининградской обл.

Нашими обследованиями были охвачены усыхающие насаждения ясеня в 5 лесхозах Калининградской обл. В процессе исследования обнаружена связь между усыханием древостоев ясеня и древостоев дуба, которые также были обследованы.

Раскопки, проведенные в каждом из обследованных выделов, показали, что корневые системы деревьев ясеня даже с начальными признаками усыхания уже на 50–70% поражены опенком. В некоторых случаях опенок успевал поразить до 50% корневой системы дерева, сформировать

плодовые тела, а по состоянию кроны дерево следовало бы отнести к категории «без признаков ослабления». Проведенные обследования показали, что причиной усыхания деревьев ясеня является поражение их корневой системы гнилью, вызванной опенком *Armillaria gallica* Marxm. & Roman.

Поражение корневой гнилью, вызванной развитием опенка, было обнаружено во всех обследованных нами участках ясеня, в подавляющем большинстве участков дуба и даже в одном участке осины. Важной особенностью процесса усыхания ясеневых древостоев является слабое участие в этом процессе насекомых, питающихся тканями коры и древесиной. На некоторых участках нами были обнаружены отдельные деревья, заселенные большим *Hylesinus crenatus* F. и малым *Hylesinus fraxini* Panz. ясеневыми лубоедами.

Причины массового размножения опенка в Калининградской области неясны. Однако некоторые выводы и констатации можно сделать уже сейчас. Древостои ясеня поражены по всей области не зависимо от топографического положения участков и проводимых в них хозяйственных мероприятий. Известно, что массовое поражение ясенников опенком наблюдается также и в сопредельном государстве — Литве. Исходя из этого, можно утверждать, что вспышка размножения опенка не связана ни с лесохозяйственной деятельностью в усыхающих насаждениях, ни с колебаниями уровня воды, связанного с работой мелиоративной сети. Поскольку не прослеживается градиента поражения насаждений в пределах довольно больших территорий охваченных нашим обследованием — нет оснований полагать, что причиной усыхания является локальный источник промышленного загрязнения.

Из возможных биотических причин, известных как причины, провоцирующие развитие опенка: вспышки других болезней или массовые вспышки размножения насекомых-вредителей — на ясене также не зафиксированы. Кроме ясеня атаке опенка подверглись насаждения дуба, где отмирание несколько менее интенсивное, но положение уже критическое. При этом на дубе отмечены вспышки массового размножения листогрызущих вредителей и мучнистой росы. Таким образом, эпифитотией охвачены две разные древесные породы, одна из которых была предварительно ослаблена болезнями и вредителями, другая нет. Отсюда сомнительно, что массовые вспышки вредителей и болезней играли решающую роль в исследуемом массовом усыхании.

Из возможных объяснений наиболее вероятной представляется гипотеза о воздействии глобальных климатических изменений, в пользу которой говорят масштабы усыхания и его тотальность — ясень может исчезнуть из лесов юго-восточной Прибалтики как вид.

Усыхание сосняков в Псковской обл.

Изучение причин усыхания сосняков в Псковской области было начато нами в 1998 году в национальном парке «Себежский», в Опочецком, Невельском, Себежском и Пустошкинском лесхозах. В 2005 г. были проведены повторные мониторинговые обследования. Они показали, что текущий отпад превышает величину естественного и происходит за счет деревьев основного полога с диаметром, близким к среднему диаметру древостоя. Обследованные насаждения следует отнести к II-III группам устойчивости [0]. Общий размер усыхания древостоев за период наблюдений таков, что при вырубке сухостоя полнота снизится до состояния расстроенного насаждения. Площадь очагов корневых гнилей достигает значительных величин — свыше 40% в спелых древостоях. Кроме того, кроны большинства деревьев изрежены при дополнительном питании большого и малого сосновых лубоедов.

При обследовании в 1998-1999 гг. выявлено, что главной причиной усыхания обследованных сосняков было поражение их корневой губкой *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Признаки заражения насаждений корневой губкой были обнаружены практически в каждом обследованном выделе.

Общепринята точка зрения, что ... «проблема корневой губки относится к числу экологических. Она возникла как следствие широкомасштабного создания монокультур хвойных пород на местообитаниях, не соответствующих экологическим потребностям этих пород, и переноса на эти объекты традиционно сложившегося режима лесовыращивания, без учета предрасположенности к поражению. Корневая губка является компонентом лесного биогеоценоза, нельзя ее уничтожить и исключить заражение отдельных деревьев. Источники инфекции корневой губки в виде спор, мицелия в корнях больных деревьев, естественного отпада, пней имеются во всех насаждениях в количестве, достаточном для заражения, независимо от их происхождения (естественное, искусственное), категории местообитаний, почвенных разностей» [0]. Таким образом, широкомасштабное распространение заболевания в естественных насаждениях — явление необычное и это дает основания предполагать, что его причинами могут быть нарушения естественной экологической обстановки.

Сохранность инокулюма *H. annosum* на протяжении десятилетий после рубки является препятствием для воссоздания чистого по породному составу сосняка на месте вырубленного зараженного древостоя. Можно полагать, что естественный ход сукцессии под влиянием корневой губки приведет к формированию смешанных насаждений с существенным участием березы. При этом производительность березняка на большинстве участков, которые в настоящий момент занимают боры, будет заметно ниже. Как за счет несоответствия боровых лесорастительных условий

требованиям березы, так и за счет отрицательного влияния березы на примесь сосны [0]. По исследованиям шведских ученых инфекционный фон корневой губки также окажет отрицательное воздействие на рост последующего естественного возобновления и посадок березы на зараженных участках [0].

В условиях Псковской области культуры сосны в возрасте 15 лет или несколько старше уже имеют существенные потери от корневой губки. Расчеты показывают, что множественные очаги заболевания, имеющиеся в настоящее время, сомкнутся гораздо раньше возраста спелости древостоя.

В междоугольных пространствах было отмечено значительное усыхание деревьев — раскопки корневых систем показали, что это усыхание вызвано в основном деятельностью опенка *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink. [0]. Участие опенка в формировании отпада в 2005 г. значительно увеличилось.

Обследование естественных выворотов корневых систем сосны в очагах усыхания позволяет схематически обрисовать взаимоотношения между грибами сложившиеся в условиях юга Псковской области (рисунок). Как видно из рисунка, экологическая ниша корневой губки это — корни расположенные ниже, примерно, 0,5 м, хотя, по нашим наблюдениям, гриб способен эффективно осваивать древесину, находящуюся даже на дневной поверхности. Давление более конкурентоспособной микобиоты вытесняет корневую губку из поверхностных слоев и ограничивает, тем самым, ее плодоношение и распространение. Нами отмечено образование плодовых тел корневой губки только на свежих выворотах корневых систем.

Произрастающая в сосняках в очагах корневой губки ель не поражалась данной разновидностью патогена, а береза, встречающаяся как примесь в сосняках, была неустойчива. Корневая губка вызывала гниль корневой системы березы, не вызывая при этом симптомов усыхания кроны, а проявлялась в виде ветровала. Береза, таким образом, не может быть использована в биотехнических мероприятиях по ограничению распространения корневой губки.

В ослабленных древостоях сосны накопился значительный запас стволовых вредителей, основными представителями которых являются большой (*Tomicus piniperda* L.) и малый (*Tomicus minor* Hart.) сосновые лубоеды, усачи рода *Tetropium*, вершинный короед (*Ips acuminatus* Gyll.) и стволовая смолевка (*Pissodes pini* L.).

В целом взаимоотношения рассмотренных выше групп вредных организмов можно описать следующей схемой: развитие очагов корневой губки стимулирует развитие комплекса стволовых вредителей, которые в свою очередь ослабляют близлежащие участки леса, способствуя развитию очагов опенка. Прохождение всех стадий описанного выше процесса обычно приводит к полной деградации древостоя.

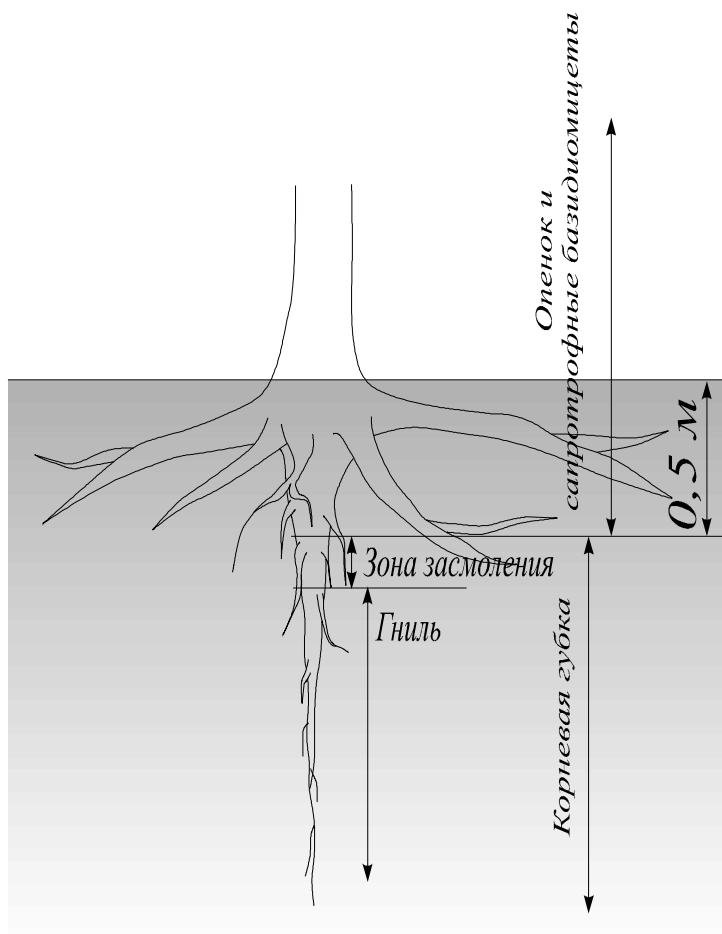


Рис. Стратификация ксилобионтных базидиомицетов

Усыхание лесов в Ленинградской обл.

Обследование усыхающих сосняков, произрастающих в Приозерском лесхозе Ленинградской обл. показало, что основной причиной усыхания сосны является поражение корневых систем деревьев опенком *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink. Хотя признаков поражения древостоев корневой губкой обнаружено не было, исключать ее наличие нельзя.

Характер усыхания насаждений сосны в Приозерском лесхозе примерно такой же, как и в национальном парке «Себежский». Несколько больше деревьев, относящихся к категории «свежий сухостой» говорит о том, что процессы усыхания идут с большей интенсивностью. Вероятно, это связано с большим участием опенка в процессе усыхания сосняков на Карельском перешейке, а большое количество деревьев, относящихся к категории «старый сухостой», по сравнению с национальным парком «Себежский» связано с отсутствием мероприятий по его уборке.

Особую тревогу вызывает состояние культур и естественного возобновления на площадях, вышедших из-под усохших насаждений. Уже в 5–8-летнем возрасте наблюдается гибель посадок от опенка до 7%, а в 14-летнем возрасте гибель уже превышает 20%.

Большое распространение в Ленинградской обл. имеет опушечное усыхание ели, которое развивается после ветровала или проведения рубок в спелых, перестойных и приспевающих древостоях. В этом случае усохшие или сильно ослабленные деревья могут заселяться комплексом стволовых вредителей, но причина гибели — физиологическое ослабление дерева в связи с резко изменившимися условиями.

В нетронутых рубкой древостоях наблюдаются очаги опенка. Отмирание елей происходит очень быстро — обычно не наблюдается ослабленных и сильно ослабленных деревьев. Видовая принадлежность опенка не установлена ввиду отсутствия плодовых тел. На единичных усыхающих деревьях имеются поселения типографа *Ips typographus* L., пушистого полиграфа *Polygraphus poligraphus* L. и малого елового усача *Monochamus sutor* L.

Как показывают данные о площадях погибших насаждений (таблица), санитарное состояние лесов Ленинградской обл. в течение последних шести лет постоянно ухудшается. Наиболее важными составляющими динамики гибели насаждений являются лесные пожары, болезни леса и неблагоприятные погодные условия.

Мы полагаем, что из-за трудности идентификации причин гибели, часть насаждений, погибших в результате поражения корневыми гнилями, была учтена в графе погибших из-за воздействия неблагоприятных погодных условий. Таким образом, учитывая также гибель насаждений от насекомых-вредителей, мы видим, что наибольший вклад в усыхание лесов Ленинградской обл. вносят биотические причины, и гибель лесов от этих причин имеет положительную динамику.

Анализ фактических данных, опубликованных материалов, отчетов научных и производственных организаций, экспертных оценок специалистов позволяет утверждать, что реальные размеры ущерба и структура воздействия стрессовых факторов существенно отличаются от официаль-

ной статистики. Так количество вспышек массового размножения насекомых на северо-западе России оказалось заниженным в среднем в 18 раз, площади древостоев, поврежденных вредителями — в 4,5 раза, площади ветровалов в Ленинградской области — в 2 раза. Масштабы повреждения промышленными выбросами и за счет рекреационных нагрузок имеют мало общего с фактическим положением дел. Достаточно достоверные данные система лесного мониторинга дает лишь о количестве и площадях пожаров.

Таблица

Площади погибших насаждений по данным Агентства лесного хозяйства по Ленинградской обл. и г. Санкт-Петербургу

Категория погибших насаждений	Площадь погибших насаждений по годам, га					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Погибло лесных насаждений всего	1991,0	11647,0	4893,0	6121,0	7421,0	13908,0
В том числе:						
от повреждения вредными насекомыми	40,3	992	1756,0	1951,0	914,0	868,0
от повреждения дикими животными	4,5	0	37,0	46,0	3,0	123,0
от болезней леса	497,9	945	694,0	1559,0	2140,0	4024,0
от воздействия неблагоприятных погодных условий	1089,6	1125	914,0	1306,0	2941,0	3967,0
от лесных пожаров	224,0	8461	1422,0	1125,0	869,0	4464,0
от антропогенных факторов	114,7	124	70,0	134,0	554,0	462,0
из них от воздействия промышленных выбросов	2,0	0	0	0	0	0

В целом для северо-запада Российской Федерации интенсивность воздействия отдельных факторов гораздо выше, а соотношение их роли в ослаблении древостоев отличается, от того, который принимается за основу на региональном или федеральном уровнях. Поэтому для рационального ведения лесного хозяйства и оптимизации лесопользования необходимо создать систему эффективного лесопатологического мониторинга.

Заключение

Явление массового усыхания лесов распространено на всей европейской территории России и находится в контексте массовых усыханий лесов произрастающих на постгляциальных пространствах всего северного полушария; этому явлению подвержены разные древесные породы в разных природно-климатических зонах; основными, достоверно выявленными, причинами массового усыхания лесов Северо-Запада России в настоящее время являются биотические причины — корневые гнили.

Практически единственной гипотезой, удовлетворительно объясняющей сложившуюся ситуацию, является предположение о сдвиге природно-климатических зон в результате глобальных климатических изменениях.

Из предварительных оценок, сложившейся ситуации вытекает, что имеющимися методами и средствами (разработанные системы защитных мероприятий, замена хвойных насаждений лиственными и т.д.) нарастающую динамику массовых усыханий не изменить. Требуются фундаментальные исследования, результатом которых может быть принятие кардинальных решений.

Массовые усыхания лесов не являются чисто российской проблемой. Масштабы этого явления носят нордциркумполярный характер, поэтому весьма целесообразно международное сотрудничество в исследовании этого явления, его оценке и координации усилий по минимизации его отрицательных последствий.

Список использованных источников

- Иванов В.П. Усыхание еловых лесов — проблема регионов / В.П. Иванов, И.Н. Глазун, В.П. Шелуха, С.И., Смирнов, Д.И.Нартов // Лес XXI века: Тез. докл. межд. практ. конф. Брянск 20-24 окт. 2005 г., Брянск: БГТУ, 2005. С. 42
- Федоров Н.И. Причинно-следственные связи массового усыхания ельников Беларуси в 1993—1998 годы / Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий // Лес XXI века: Тез. докл. межд.практ. конф. Брянск 20-24 окт. 2005 г., Брянск: БГТУ, 2005. С. 58
- Grodzki W. Preface / W. Grodzki, T. Oszako // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 4—6.
- Holusa J. The phytopathological and entomological aspects of the health of mountain Norway spruce stands in the Czech Republic / J. Holusa, J. Liska, P. Kapitola, V. Peskova, F. Soukup // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 85—92.
- Харченко Н.А., Кузнецов И.В. Развитие корневых систем сосны обыкновенной в первые годы жизни // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 2. Воронеж, Гос. лесотехн. акад., 2004. С. 107—113.
- Мониторинг состояния лесов северо-запада РФ, пораженных массовым усыханием, исследование причин усыхания и разработка мер борьбы: отчет о НИР (заключит.) / ФГУ «СПбНИИЛХ»; рук. Шабунин Д.А.; исполн.: Семакова Т.А. СПб, 2005. 121 с. — Библиогр.: с. 79-85. — № ГР01.2.006.11439. — Инв. № 02.2.006.06539.
- Sierota Z. Fungal diseases in last years in Poland / Z. Sierota // Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings from the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, Ustron-Jaszowiec (Poland), April 21—24, 1998. С. 153—155.
- Koltay A. Health condition of Hungarian pine forests / A. Koltay // Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings from the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, Ustron-Jaszowiec (Poland), April 21—24, 1998. С. 133—137.

- Leontovyc R.* The role of fungal pathogens in the premature decay of Norway spruce stands in Slovakia / R. Leontovyc , A. Kunca // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion — Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 79—84.
- Наставления по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней. М., 1997. 108 с.
- Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С.* Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
- Мирошников В.С.* Исследование роста сосново-березовых культур // Лесоведение и лесное хозяйство. Минск: Вышэйшая школа, 1976. Вып. 11. С. 147—159.
- Lygis V., Vasilias R., Stenlid J.* Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: Disease transferred, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi // Can. J. Forest Res. 2004. 34(1). P. 120—130.
- Fox R.T.V.* Diagnosis and control of *Armillaria* honey fungus root rot of trees // Prof. Hart., 1990. 4, № 3. С. 121—127.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСОВ

А.С. Исаев

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
isaev@cepl.rssi.ru*

Сохранение биоразнообразия рассматривается как важный элемент национальной лесной политики, приобретающей не только ресурсную, но и экологическую направленность. Несмотря на тенденцию увеличения в последнее десятилетие лесистости территории в нашей стране, связанное с резким сокращением лесозаготовок и зарастанием брошенных сельскохозяйственных земель интенсивное лесопользование прошлых лет привело к существенному ухудшению качественного состава лесов, изменению их возрастной и породной структуры, увеличению фрагментации и уменьшению естественного биоразнообразия в целом. В настоящее время в России разработана «Национальная стратегия по сохранению биоразнообразия», включающая программу «Сохранение биоразнообразия лесов». Одним из приоритетных направлений программы явилась «Разработка методологических основ мониторинга биоразнообразия лесов», в разработке которого приняли участие ведущие академические институты европейской части России, Сибири и Дальнего Востока.

При организации мониторинга биоразнообразия на видовом, экосистемном и ландшафтном уровнях необходимо использовать критерии и показатели, разработанные отечественными и зарубежными специалистами, в сочетании с новыми подходами и технологиями. Проблема биоразнообразия рассматривается в программе в двух аспектах — *сохранение разнообразия видов и сохранение структурно-функциональной организации экосистем*. Видовое разнообразие лесных сообществ определяется гидроклиматическими и эдафическими условиями, а также идентификационной ролью видов-лесообразователей. Для бореальных лесов России характерна большая внутривидовая изменчивость и высокая адаптация к экстремальным условиям, благодаря чему один и тот вид может осваивать различные биотопы. Эти особенности древесных растений способствуют сохранению устойчивой структурно-функциональной организации экосистем.

При разработке мониторинга биоразнообразия учитывается ландшафтная структура территории как один из ведущих факторов дифференциации экотопов со свойственным им видовым и экосистемным разнообразием. Этот подход позволяет фиксировать лесные экосистемы в преде-

лах природно-территориальных комплексов различной величины и сложности и оценить их положение в пространстве. Использование ландшафтной основы служит надежной базой изучения статистики и динамики таежных лесов методами аэрокосмического мониторинга.

Для мониторинга природных систем важно не только численное представительство видов, но и их обилие, продуктивность, степень участия в обменных процессах, что наиболее плодотворно следует рассматривать в рамках структурных биогеоценотических единиц на ландшафтной основе. В литературе накоплен обширный фактический материал по видовому разнообразию лесных фитоценозов в различных регионах России. Очевидно, мы не располагаем возможностями детального учета всей территории и использования системы учета биоразнообразия (по квадратной сетке), разработанной для территории Европы. Но мы имеем богатый опыт организации сбора информации о структуре лесных сообществ и биогеоценозов, реализуемой многочисленными исследовательскими коллективами в различных регионах лесной зоны.

В этих целях используются фундаментальные знания флоры и фауны территории и в первую очередь картографический материал, отражающий пространственно-временное распределение живой биоты. На основе этого знания и использования ГИС-технологий можно надежно осуществлять сложные оценки биологических свойств видов, имеющих реальное и потенциальное хозяйственное значение. Существующий в настоящее время стихийный подход к оценке видового богатства флоры и фауны конкретных территорий требует существенной коррекции, как в методическом, так и в организационном плане.

На основе традиций российской фитоценологии и лесоведения, а также анализа богатого фактического материала предложена и обоснована унифицированная классификационная схема лесной растительности. *Она базируется на доминантном подходе, дополненном эколого-ценотическим и флористическим анализом, и реализована на примере лесов Европейской России.* Эта система включает шесть уровней иерархии: *тип растительности — подтип — класс — секция — подсекция — группа типов леса — тип леса.* Такая структура позволяет в достаточно компактном виде представить все типологическое разнообразие лесов для территорий разного масштаба, формировать упорядоченные базы данных и проводить сопоставление выделенных единиц с единицами различных классификационных систем. Важным аспектом использования этой системы единиц является возможность характеристики различных элементов лесного покрова на основе аэрокосмических методов учета с последующей идентификацией флористического разнообразия на основе систематизированного материала в рамках предлагаемой классификационной схемы.

Обоснование ландшафтно-экологических принципов территориальной дифференциации лесного покрова выполнено на примере Карелии. Лесной покров этой территории дифференцирован на семи уровнях: *ландшафтная страна, ландшафтная зона (подзона), ландшафтный район, ландшафт, местность, урочище, фация (в пределах коренного биогеоценоза)*. Эта иерархическая система структурных единиц лесного покрова, построенная с использованием концепции отечественного ландшафтоведения, адекватно отражает его природную организацию. *В результате исследований дана детальная характеристика и оценка разнообразия коренных лесных и лесоболотных сообществ Карелии на разных уровнях их природной организации. Выделены и описаны ландшафтные эталоны сохранившихся коренных лесов. Проведено сравнение массивов коренных и производных лесов и установлены ландшафтные закономерности антропогенной динамики разнообразия лесных сообществ.*

В разработке методологических подходов мониторинга лесов особый интерес представляет выявление основных стадий восстановительного цикла, позволяющих оценить динамическое разнообразие на отдельных этапах лесообразовательного процесса. С этой целью определены основные признаки климаксовых лесных экосистем европейской России как эталонных объектов, характеризующихся оптимальным составом биоразнообразия. Выделены шесть ключевых групп растений и животных, определяющих состав и строение климаксовых экосистем. Основой для реализации методологических подходов к мониторингу биоразнообразия рассматривается картографическая и вербальная реконструкция потенциальной лесной растительности европейской России. Она основана на теоретических представлениях об организации климаксовых сообществ и построении карт ареалов видов деревьев-эдификаторов и константных видов напочвенного покрова. На основании исторических и современных сведений создана база данных и проведено сопоставление современных контурных ареалов широколиственных и темнохвойных видов деревьев и их местонахождений в историческое время за границами сплошных ареалов. Доказано, что, при спонтанном развитии и условии свободного доступа семян видов деревьев-эдификаторов из рефугиумов, на большей части территории лесного пояса Восточной Европы может восстановиться полоса темнохвойно-широколиственных лесов.

Для исследования биоразнообразия лесных экосистем используются различные методы математического анализа, позволяющие нормировать протекающие процессы и прогнозировать текущие изменения. До последнего времени в лесной биогеоценологии отсутствовало феноменологическое описание лесообразовательного процесса, необходимое для понимания сложных взаимодействий, протекающих при эволюции лесных эко-

систем. Для исследования их устойчивости предложен метод фазовых портретов, широко применяемый в физике и теоретической экологии. Разработана оригинальная феноменологическая модель, позволяющая рассмотреть закономерности формирования лесных экосистем на различных этапах лесообразовательного процесса и объяснить экологические эффекты, связанные с динамикой лесного покрова в бореальной зоне. Это достигается построением, структуризацией и анализом фазовых портретов, на которых отражаются динамические процессы возникновения, развития и смены лесных ассоциаций на обширных территориях таежных лесов. Теоретический анализ этих процессов, основанный на феноменологическом подходе, согласуется с данными конкретных натурных измерений и численных оценок.

Для решения задач стратегии природопользования реализована технология сценарного моделирования, что позволяет учитывать разные варианты ограничений лесохозяйственного, экономического и экологического характера. В результате вычислительных экспериментов формируются долгосрочные прогнозы динамики насаждений. Интеграция GIS-технологий и сценарного моделирования прогнозного комплекса FORRUS-S обеспечивает построение прогноза с учетом функционального зонирования территорий. Для каждой из выделенных зон, например, эксплуатационных лесов, участков плантационного лесоразведения, заповедных и водохранных зон, зеленых коридоров и др., может быть применен свой сценарий, адекватный их целевому назначению. Таким образом, реализуется ландшафтный подход к планированию природопользования и оценивается долгосрочное влияние различных вариантов ведения лесного хозяйства на состояние лесных экосистем.

Методологическая основа мониторинга бореальных лесов базируется на концептуальном подходе к оценке их биоразнообразия с учетом пространственно-временной динамики лесообразовательного процесса и современного состояния. Накопленный опыт в изучении разнообразия биологических систем позволяет перейти к обобщению материалов на уровне территориальных единиц разного ранга, а разработанные методологические приемы и технические методы мониторинга дали возможность исследовать лесные экосистемы в процессе их возрастной и сукцессионной динамики в различных условиях антропогенного воздействия. С учетом поставленных задач для оценки биоразнообразия приняты следующие пространственные уровни: *федеральный (глобальный), региональный и локальный*.

Данные космического мониторинга лесов рассматриваются в качестве важнейшего компонента информационного обеспечения мониторинга лесного покрова. Дистанционными методами могут быть выявлены подробно-

сти, определить которые при проведении наземных визуальных осмотров невозможно или которые требуют значительных организационных и финансовых затрат. Спутниковые данные предназначены для контроля природных и антропогенных процессов, протекающих с малой и средней скоростью на значительных площадях, а при крупномасштабной съемке — фиксирования быстро протекающих негативных процессов (вырубки лесов, лесные пожары, интенсивное повреждение насекомыми, аварийные сбросы загрязняющих веществ в атмосферу, разливы нефти и др.).

В результате проведенных исследований разработаны технические требования к средствам дистанционного зондирования из космоса применительно к конкретным ресурсно-экономическим задачам, обоснованы структура и схема функционирования космического мониторинга в среде ГИС, разработан и апробирован комплекс новых эффективных технологий по изучению лесов и оценке их состояния. На контрольных участках проведены полевые обследования с целью верификации характеристик насаждений, получаемых дистанционными методами. Предложен перечень параметров и индикаторов, рекомендованных для мониторинга биоразнообразия в нашей стране и гармонизированных с параметрами, принятыми в рамках международных инициатив.

Использование цифровой модели рельефа и характеристик спектральной яркости наземного покрова, полученных со сканерного снимка после ряда процедур по их совместной классификации, позволяет получить совокупность контуров, различающихся по оптическим яркостям и характеристикам рельефа. Для полученных типов контуров рассчитываются средние значения яркостей, высот, уклонов, а так же форм поверхности по степени ее выраженности. Созданная «контурная» основа, отражающая иерархическую организацию территории и состояние лесного покрова, позволяет составить карты современной растительности. В результате интерполяции с помощью мультирегрессионного и дискриминантного анализа спутниковой информации и характеристик рельефа выполняется визуализация основных характеристик леса (породного состава, сомкнутости древесного полога, классов возраста, видового и экосистемного разнообразия и др.). Сопоставление интерполированных характеристик с «контурной» основой позволяет получить характеристику типологического разнообразия лесного покрова территории. На основе количественных методов с использованием данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа разработан метод оценки экосистемного и ландшафтного разнообразия лесных территорий, отражающий современное состояние растительного покрова. Крупномасштабные точечные геоботанические описания дополняют информацию об эколого-ценотическом разнообразии лесных сообществ.

Постоянно обновляющаяся объективная оценка биоразнообразия лесов как одного из важнейших источников биологических ресурсов, должна осуществляться на основе мониторинга лесов с использованием аналитических методов, а также средств дистанционного зондирования и ГИСТехнологий. Тематическое картирование и наземные оценки количественных мер разнообразия позволяют выявить динамику численности видов, имеющих реальное и потенциальное хозяйственное значение. В зависимости от объекта исследования (насекомые-вредители, охотничьи промысловые животные, редкие исчезающие виды и пр.) представляется возможным разработать комплекс мероприятий по регуляции численности этих видов путем проведения соответствующих хозяйственных мероприятий.

В процессе реализации программы решен ряд научно-методических задач, обеспечивающих использование имеющихся данных по биоразнообразию лесов в сфере лесной экологии, природопользования и устойчивого управления лесными ресурсами. Дальнейшее развитие мониторинга биоразнообразия лесов сопряжено с расширением наших знаний о природе леса, совершенствованием технологических возможностей сбора и обработки информации, улучшением понятийного и математического аппарата наземных и дистанционных исследований. Мы надеемся, что материалы, представленные в нашей книге, позволят расширить представление о концептуальном подходе к мониторингу биоразнообразия лесов, и методических приемах, обеспечивающих возможность сбора, систематизации и обобщения накопленных данных по биоразнообразию лесов России.

СЕВЕРОТАЕЖНЫЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Л.Г. Исаева

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,
184209, Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14а
isaeva@inep.ksc.ru*

Леса Севера представляют значительную часть лесного фонда России. Выбор территории Кольского полуострова для проведения исследования биогеохимических циклов минеральных элементов в лесах Севера определяется представленностью основных типов лесных биогеоценозов, свойственных Субарктике, и продолжительным действием промышленного воздушного загрязнения. Основными источниками загрязнений являются комбинаты медно-никелевого комплекса, преобладающими компонентами выбросов которых являются кислотообразующие агенты (соединения серы) и тяжелые металлы.

Вокруг медно-никелевых комбинатов — основных загрязнителей природной среды на Севере России — идентифицируются 4 основных стадии дигрессионной сукцессии лесных экосистем: фоновые леса → дефолирующие леса (стадии начальной, интенсивной и затухающей дефолиации) → техногенные редколесья → техногенные пустоши (Лукина, Никонов, 1998).

Объектами исследований послужили сосняки кустарничково-лишайниковые и ельники кустарничково-зеленомошные, произрастающие на подзолах в автономных позициях ландшафта — наиболее распространенные в Мурманской области.

Кислотность почв. Исследованиями выявлены закономерности формирования кислотности почв северотаежных лесов (на примере подзолов) в процессе дигрессионной техногенной сукцессии биогеоценозов.

Изменения кислотности твердых и жидких фаз Al-Fe-гумусовых подзолов в процессе техногенной сукцессии северо-таежных лесов, вызванной воздушным промышленным загрязнением медно-никелевого производства, носят зачастую нелинейный по отношению к количеству кислотообразующих веществ, выпадающих из атмосферы, характер. Это обусловлено формированием веществ кислой природы в БГЦ, т.е. аутогенным кислотообразованием, наиболее ярко выраженным на стадии интенсивной дефолиации, тогда как в техногенных редколесьях, формирующихся вблизи источников выбросов, этот процесс слабо выражен. Древесные парцеллы характеризуются более глубокими изменениями в кислотности органогенных горизонтов почв. В межкروновых парцеллах

изменения происходят медленнее благодаря формированию относительно устойчивого к загрязнению напочвенного покрова из кустарничков и менее интенсивному, чем под кронами, потоку загрязняющих, в том числе и подкисляющих, веществ. Различная реакция почв двух доминирующих в северо-таёжных лесах типов парцелл на загрязнение приводит к изменению парцеллярных различий в свойствах почв и почвенных вод:

а) в условиях загрязнения более кислыми становятся органогенные горизонты и почвенные воды древесных парцелл;

б) на стадиях техногенной сукцессии достоверные парцеллярные различия в кислотности минеральных горизонтов зачастую не выражены.

Актualная кислотность органогенных горизонтов почв древесных парцелл на стадии интенсивной и, особенно, затухающей дефолиации достоверно возрастает, а на стадии техногенного редколесья вновь снижается до фоновых значений. Возрастание кислотности в дефолирующих лесах обусловлено увеличением содержания фульвокислот, что можно объяснить увеличением количества свежего опада и гидролизом аккумулятивных форм гумуса при каталитическом действии минеральных кислот, количество которых возрастает при аэротехногенном загрязнении. На стадии техногенного редколесья, где количество свежих растительных остатков под кроной снижается, а сформировавшиеся на предыдущих стадиях трансформации фульвокислоты вынесены за пределы профиля, происходит снижение актуальной кислотности, несмотря на значительно количество выпадающих из атмосферы кислотообразующих веществ. Актualная кислотность органогенных горизонтов межкруповых парцелл увеличивается на стадии интенсивной дефолиации и на всех следующих стадиях техногенной сукцессии достоверно не изменяется.

Обменная кислотность органогенных горизонтов обеих парцелл достоверно возрастает на стадии затухающей дефолиации и далее не изменяется. Увеличение обменной кислотности обусловлено как обменным алюминием, так и водородом. Необменная кислотность органогенных горизонтов последовательно снижается на всех стадиях сукцессии, что свидетельствует о снижении роли слабых кислот в формировании кислотности органогенных горизонтов почв.

На стадии интенсивной дефолиации кислотность подстильных вод увеличивается за счет сильных и слабых кислот, а также фенольных соединений. Концентрации органического вещества достигают максимальных значений, что свидетельствует о возрастании его миграционной способности. Увеличение доли свободных фульвокислот по отношению к их солям в подстильных водах еловых парцелл может быть связано с активным гидролизом аккумулятивных форм гумуса под действием кислых осадков, а также с интенсификацией формирования грубого гумуса в ре-

зультате увеличения количества опада. Происходит также резкое возрастание концентраций основных катионов, сульфатов, хлоридов, что свидетельствует об активных обменных процессах в органогенных горизонтах почв. На последующих стадиях в подстилочных водах еловых парцелл происходит снижение концентраций углерода и основных катионов, что обусловлено произошедшим уже обеднением органогенных горизонтов подвижными органическими соединениями и основаниями. По сравнению с предыдущей стадией (интенсивной дефолиации) концентрация сильных кислот, особенно в весенний период, здесь существенно ниже, несмотря на значительно более интенсивный поток кислотообразующих веществ из атмосферы, что объясняется снижением концентрации органических кислот в органогенных горизонтах почв.

В минеральном профиле наиболее ярко выраженные изменения кислотности обнаруживаются в иллювиальных горизонтах древесных парцелл. Содержание обменного алюминия и обменная кислотность достигают минимальных значений на стадии интенсивной дефолиации. Фульвокислоты, поступающие с подстилочными водами, способствует активному выносу подвижного алюминия. При этом снижается и актуальная кислотность. На последующих стадиях содержание обменного алюминия возрастает благодаря миграции из верхних горизонтов и мобилизации соединений алюминия *in situ*, но остается достоверно ниже фоновых значений. При этом возрастает и актуальная кислотность иллювиальных горизонтов почв.

В процессе техногенной сукцессии выражены тенденции увеличения кислотности вод из всего почвенного профиля и возрастания концентраций в них органического вещества. Происходит интенсивный вынос соединений алюминия и железа с органическим веществом, а также основных катионов и анионов минеральных кислот.

В органогенных горизонтах техногенных пустошей, лишенных растительности, наблюдается тенденция увеличения актуальной кислотности и достоверное снижение гидролитической и обменной кислотности, содержания обменного водорода и алюминия по сравнению с фоном, что обусловлено снижением содержания органического вещества. Актуальная и гидролитическая кислотность почв техногенных пустошей, лишенных органогенного горизонта, достоверно возрастет по сравнению с фоном.

Питательный режим почв. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ доступных соединений элементов в подзолистых почвах бореальных лесов характеризуется ярко выраженной пространственной вертикальной (профильной) и горизонтальной (парцеллярной), а также временной (сезонной) изменчивостью (Лукина, Никонов, 1998). В лесах на северном пределе распространения органогенный горизонт является основным источником питания расте-

ний. Преобладающими среди доступных соединений элементов в этих горизонтах почв еловых лесов являются соединения кальция. Выявляются межпарцеллярные различия в содержании доступных соединений элементов в органогенных горизонтах почв в фоновых условиях. Наиболее высоким содержанием доступных соединений кальция, марганца, цинка, никеля и меди характеризуются органогенные горизонты почв еловых парцелл что во многом обусловлено составом опада, вымыванием соединений элементов питания из крон и меньшим количеством осадков, проникающих под кроны елей. Пониженные по сравнению с межкروновыми парцеллами концентрации азота, магния, фосфора и сопоставимые концентрации калия в органогенных горизонтах почв доминирующих парцелл обусловлены их интенсивным поглощением елью.

Воздушное промышленное загрязнение приводит к значительному нарушению питательного режима почв. Эти нарушения вызваны: а) значительным поступлением кислотообразующих агентов и тяжелых металлов из атмосферы; б) возрастанием количества растительного опада из-за дефолиации хвойных деревьев и гибели чувствительных видов (лишайников и мохообразных); в) активным замещением катионов элементов питания в почвенном поглощающем комплексе "кислыми катионами" и их выносом; г) дисбалансом в поглощении элементов питания растениями.

Наиболее значительные нарушения наблюдаются в древесных парцеллах. Интенсивные потоки кислотообразующих веществ и тяжелых металлов в подкروновые пространства, выщелачивание основных катионов из растений и органогенных горизонтов почв и дисбаланс в поглощении элементов питания поврежденными древесными растениями определяют специфику нарушения питательного режима почв древесных парцелл. Органогенные горизонты почв этих парцелл в дефолирующих лесах активно обедняются кальцием, магнием, калием, марганцем, цинком, фосфором и обогащаются азотом, медью, никелем, железом и алюминием. Отношение C/N значительно сужается.

В органогенных горизонтах почв межкроновых пространств (кустарничковые и злаковые парцеллы) в целом наблюдаются сходные с древесными парцеллами, но менее выраженные из-за формирования относительно устойчивых к загрязнению растительных микрогруппировок, тенденции изменения питательного режима почв. В результате сглаживаются парцеллярные различия в содержании доступных соединений элементов в органогенных горизонтах почв.

Минеральные горизонты почв дефолирующих лесов независимо от парцеллярной принадлежности обогащаются углеродом, многими элементами питания, а также никелем, медью и серой, за исключением кальция и магния, содержание которых снижается в иллювиальных горизон-

тах почв. Обнаруженные в фоновых условиях парцеллярные различия в содержании подвижных соединений элементов питания в минеральных горизонтах почв дефолирующих лесов углубляются, что связано с интенсификацией потоков соединений различных элементов, в том числе кислотообразующих веществ, под кронами деревьев.

Почвы пустошей характеризуются значительным обеднением основными элементами питания (N, C, Ca, Mg, K, Na, Mn, Zn, P), что связано с вымыванием органических веществ из почв под действием кислых осадков, а также частыми пожарами. Содержание тяжелых металлов в органо-генных горизонтах почв значительно возрастает. Отношение C:N ниже фоновых значений.

Химический состав хвои ели. Ассимилирующие органы играют роль регуляторного звена в функционировании растительного организма и весьма чувствительны к изменению условий произрастания. На основе изучения химического состава ассимилирующих органов древесных растений может быть выявлен дефицит или токсичность элементов для растений и проведена диагностика питательного режима лесного фитоценоза. В условиях воздушного загрязнения лесных биогеоценозов кислотообразующими веществами и тяжёлыми металлами обычно наблюдается повышение содержания элементов, входящих в состав выбросов, которые поступают в растения в результате фоллиарного поглощения (Смит, 1985; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989) и нарушения питательного режима почв (Лукина, Никонов, 1998; Falkengren-Grerup, 1987; Zoettl et al., 1989; Tomlinson, 1991).

Исследованиями установлено, что в природных условиях уровень обеспеченности ели сибирской Ca, Mn и Zn можно определить как оптимальный, K, P и Mg — достаточный, N — дефицитный. Для ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) подтверждены достоверные изменения химического состава хвои с увеличением возраста, которые выражаются в её обогащении малоподвижными макроэлементами Ca и Mn, Al и обеднении подвижными макроэлементами K и P, а также Mg. Содержание микроэлементов в хвое также подвержено возрастной изменчивости. Максимальные концентрации Ni, Cu отмечены в хвое текущего года. К элементам средней подвижности отнесен Zn, максимальная концентрация которого отмечена в однолетней хвое. Концентрация в хвое элементов питания зависит не только от возраста хвои, но и побега: чем выше порядок побега, тем больше в хвое концентрируется подвижных элементов — K и P, и меньше — малоподвижных Ca и Mn. Элементы питания в ассимилирующих органах подвержены внутрисезонной динамике, которая определяется фазой фенологического развития растений. Выявлена тенденция увеличения концентрации элементов питания в хвое к концу вегетацион-

ного периода. Тенденция аккумуляции элементов к концу вегетации обусловлена подготовкой растения к состоянию зимнего покоя, проявляющегося в накоплении в ассимилирующих органах достаточного количества макро- и микроэлементов для последующего формирования новых органов и тканей.

В процессе дигрессионной сукцессии азотно-кальциевый тип химического состава хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) сохраняется только на стадии интенсификации дефолиации. В условиях сильного техногенного загрязнения (стадия затухающей дефолиации и техногенного редколесья) для ассимилирующих органов характерен азотно-калиевый тип распределения элементов питания, поскольку преобладающими в хвое зольными элементами становятся азот и калий.

В условиях воздушного промышленного загрязнения для ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) сохраняются возрастные изменения химического состава хвои по мере старения ассимилирующих органов, которые выражаются в её обогащении малоподвижными элементами (Ca, Al, Mn) и обеднении подвижными элементами (K, P, Mg) и в процессе дигрессионной сукцессии накопление поллютантов, прежде всего Ni, Cu и S во всех возрастных классах хвои.

Концентрации элементов питания (Ca, Mg, K, P), а также Al, в хвое ели в процессе дигрессионной сукцессии под влиянием комбината цветной металлургии «Североникель» изменяются нелинейно, что связано с изменением концентраций элементов в почвах и почвенных водах, а также с проявлением антагонистических взаимоотношений между элементами питания. На стадии интенсивной дефолиации наблюдается увеличение содержания Ca и Mg, тогда как K, P и Al, напротив, снижается. На стадиях затухающей дефолиации и редколесья происходит обеднение хвои Ca, Mg, Mn и Zn и обогащение K. На стадии редколесья значительно возрастает содержание Fe. Обеспеченность элементами питания ели сибирской часто находится на уровне дефицита для Ca, Mg, P. В отличие от закономерностей, обнаруженных для более старых деревьев, концентрации Ca и Mg в молодой хвое деревьев 35-40 лет не снижаются по сравнению с фоном. Возможно, это связано с менее интенсивным вымыванием соединений этих элементов из хвои деревьев подроста.

В условиях загрязнения медно-никелевым производством нарушаются природные особенности формирования химического состава ассимилирующих органов в зависимости от порядка побега. На стадии интенсификации дефолиации обнаружено обратное распределение в отношении Ca, Mn, K и P в молодой хвое по сравнению с природными условиями. Увеличение концентрации Ca и одновременное снижение содержания в хвое K и P на данной стадии происходит в результате изменений в химиче-

ском составе хвои, расположенной на самых молодых побегах. На стадии редколесья минимальные содержания поллютантов Ni, Cu, Fe, S обнаруживаются в хвое, формирующейся на побегах первого порядка. Вероятно, хвоя на побегах более высокого порядка ветвления отличается интенсивным фоллиарным поглощением.

Морфометрические характеристики хвои ели. Ассимилирующие органы определяют функционирование древесного растения и весьма чувствительны к условиям произрастания. Аэротехногенное загрязнение оказывает негативное влияние на морфологические показатели фотосинтезирующего аппарата растений.

В природных условиях в ельниках кустарничково-зеленомошных Кольского полуострова хвоя ели сохраняется 8-13 лет. Количество возрастных классов хвои связано с порядками ветвления побега, количество которых не превышает 5. Максимального возраста достигает хвоя на побегах I и II порядков, минимального — на побеге V порядка. Основная масса хвои в природных условиях не имеет признаков повреждения. Доля хвои, затронутой хлорозами и некрозами, не превышает 11%. Поврежденность ассимилирующих органов зависит как от возраста хвои, так и от возраста побега. Наиболее поврежденной оказывалась хвоя последних лет жизни — 16% от общего количества. На самых молодых побегах V порядка ветвления практически вся хвоя являлась здоровой, и поврежденность не превышала 3% от общего числа хвоинок. На ветвях I порядка, напротив, отмечено в 4 раза больше поврежденных ассимилирующих органов. Изменение морфометрических характеристик (длина и масса) хвои обусловлено как возрастом хвои, так и побега. В ельниках кустарничково-зеленомошных средняя длина хвои составляет 11.6 ± 0.05 мм, причём минимальное наблюдаемое значение не превышало 3 мм, максимальное — 21 мм. Длина и масса хвои достоверно возрастала по мере старения хвои и побегов. Полученные коэффициенты роста (отношение массы 1 хвоинки к её длине) наглядно демонстрируют, что в природных условиях относительная масса значительно возрастает с возрастом хвои и побега.

На начальных стадиях дигрессионной сукцессии (стадия интенсификации дефолиации) продолжительность жизни хвои сопоставима с фоновыми значениями. На стадиях затухающей дефолиации и техногенного редколесья, продолжительность жизни хвои значительно снижается (число возрастных классов сокращается до 2 раз), происходит также уменьшение порядков ветвления побега: отсутствуют побеги V порядка ветвления. В условиях воздушного промышленного загрязнения увеличивается доля ассимилирующих органов, относящихся к 4 классу повреждения (площадь повреждения затрагивает более 75% поверхности хвоинки), в

2-4 раза возрастает количество хвои, имеющих следы сильного повреждения хлорозами и некрозами. Происходит увеличение доли повреждённых многолетних ассимилирующих органов относительно фоновых значений. На долю повреждённой хвои приходится до 30% от общей массы, что почти в 2 раза превышает фоновые показатели. В процессе дигрессионной сукцессии морфометрические характеристики хвои изменяются нелинейно. На начальных стадиях сукцессии длина и масса ассимилирующих органов увеличивается. На следующих стадиях (стадия затухающей дефолиации и техногенного редколесья) наблюдается, напротив, уменьшение длины и массы ассимилирующих органов. При этом сохраняются закономерности изменения морфометрических показателей в зависимости от возраста хвои и порядка ветвления побега.

Минеральное питание ели сибирской оказывает значительное влияние на показатели ростовых процессов и накопление в хвое фенолов. При высоком содержании в хвое элементов питания увеличивается длина и масса ассимилирующих органов и одновременно происходит снижение содержания в ней фенолов (стадия интенсификации дефолиации). При снижении концентрации элементов питания в хвое ниже уровня дефицита (Ca и Mg), наблюдается обратная зависимость: размеры хвои уменьшаются, и усиливается синтез вторичных метаболитов (стадии затухающей дефолиации и техногенного редколесья).

Видовой состав растений. Воздушное промышленное загрязнение приводит к смене видов-доминантов и выпадению из состава сообществ чувствительных видов (Дончева, 1978; Влияние..., 1990; Лукина, Никон, 1993 и др.).

Установлено, что техногенная сукцессия (дигрессия) в ельниках зеленомошных и сосняках лишайниковых характеризуется общими особенностями: идентифицируются стадии луговиково-кустарничкового леса и редколесья, происходит снижение количества видов за счет мохообразных, лишайников и трав и возрастание участия в составе сообщества луговика извилистого и вороники. Различия в особенностях техногенной дигрессии между ельниками и сосняками заключаются в том, что в ельниках луговик распространяется более активно и формирует более значительную фитомассу, благодаря благоприятным условиям питательного и водного режима (мезотрофные условия). В еловых лесах, благодаря накоплению значительного количества растительных остатков на поверхности почвы из-за длительного, по сравнению с сосняками, отсутствия интенсивных пожаров, также формируются более благоприятные условия для распространения вороники.

Воздушное промышленное загрязнение, вызывая образование больших количеств горючего материала в результате интенсивной дефолиации

ции и отмирания, как отдельных ветвей, так и целых деревьев, а также отмирания лишайников и зеленых мхов, способствует возникновению пожаров, тем самым не только прямо, но и косвенно определяя биоразнообразие. Выпадение многих видов лишайников и мохообразных обусловлено прямым воздействием техногенного загрязнения. Резкое снижение количества видов трав на стадиях техногенной дигрессии, особенно ярко выраженное в еловых лесах, обусловлено не непосредственным воздействием загрязнения, а тем, что данные объекты находятся на более ранней, чем фоновые, стадии сукцессии после последнего пожара, в связи с чем не сформировались условия для внедрения многих видов. Формирование на значительных территориях длительно существующих пустошей связано с интенсивными и частыми пожарами, во многом обусловленными действием воздушного промышленного загрязнения. Несмотря на то, что многие виды сосудистых растений, обычно участвующие в восстановительной сукцессии после пожара, довольно устойчивы к воздушному загрязнению, демулационная сукцессия наблюдается на небольших площадях и протекает очень медленно. В условиях аэротехногенного загрязнения ход природного восстановительного процесса после пожара на пустошах нарушается. Можно выделить три основные причины этого нарушения: 1 — высокий уровень загрязнения воздуха, что препятствует формированию обычных для лесов Севера стадий бокальчатых кладоний и политрихового покрова; 2- незначительный банк семян в почве и отсутствие подземных органов возобновления у вегетативно размножающихся после пожара бореальных кустарничков и трав из-за высокой частоты и интенсивности пожаров; 3 — отсутствие благоприятных для внедрения растений, семена и споры которых распространяются ветром, эдафических условий, поскольку большая часть территории почти полностью лишена органического слоя и содержание элементов питания в почвах крайне низкое.

Внеризосферно-ризосферные различия. В условиях техногенной сукцессии в сосновых лесах лишайникового типа происходит сглаживание ризосферно-внеризосферных различий почвенной кислотности, ярко проявляющееся в фоновых условиях. По мере приближения к источнику загрязнения при переходе от фонового состояния через стадию дефолиации к техногенным редколесьям в ризосфере сосновых лесов наблюдается подщелачивание почв. Парцеллярные различия кислотности носят различный характер в разных типах леса, находящихся на разной стадии сукцессии. Наибольшая вариативность характерна для обменной кислотности. Актуальная кислотность органических горизонтов на стадии интенсивной дефолиации и техногенных редколесий в сопоставима с фоновыми значениями почв старовозрастных лесов. Наиболее низкими значе-

ниями гидролитической кислотности характеризуются органогенные горизонты нарушенных сосняков как в ризосфере, так и за ее пределами, а наивысшими — органогенные горизонты старовозрастных сосняков. В условиях техногенного загрязнения происходит снижение обменной кислотности в ризосфере органогенных горизонтах, особенно отчетливо проявляющееся в приствольных микрозонах. В межкрупных парцеллах изменения выражены слабее благодаря формированию относительно устойчивого к действию поллютантов покрова из наземных кустарничков и менее интенсивному, чем под кронами, потоку загрязняющих веществ (Лукина и др., 2005). Вне зоны ризосферы в лесах, подверженных воздействию техногенного загрязнения, наблюдается дальнейшее возрастание актуальной кислотности, в сравнении с ризосферной фракцией. Различий гидролитической кислотности не выявлено, ее величины сопоставимы во всех типах леса. Обменная кислотность на стадии интенсивной дефолиации и в техногенных редколесьях достоверно выше во всех микрозонах в сравнении с фоновыми условиями.

В фоновых условиях концентрации кальция, магния, калия, марганца, фосфора в органогенном горизонте значительно выше в ризоплане и 3-5 мм от корня, чем вне ризосферы. По мере приближения к комбинату «Североникель» (фон → 31 км → 10 км) происходит увеличение содержания доступных для сосны элементов соединений Ni и Cu во всех почвенных горизонтах (максимально — в горизонте A₀) и микрозонах; в ризоплане органогенного горизонта происходит снижение концентрации кальция, калия, алюминия и магния. Наблюдается увеличение содержания натрия, железа, марганца и фосфора. Содержание таких основных загрязняющих элементов как никель, медь, сера увеличивается в несколько раз: Ni: фон (от 3,8 до 16,8 мг/кг) < 31 км (от 31,5 до 57,5 мг/кг) < 10 км (от 112,6 до 188,6 мг/кг); Cu: фон (от 0,9 до 3,5 мг/кг) < 31 км (от 6,5 до 92,4 мг/кг) < 10 км (от 513,1 до 321,9 мг/кг), меди в 10 км в 1,7 раза содержится больше, чем никеля. Содержание этих элементов значительно варьирует по микрозонам. В элювиальном горизонте (A₂) в 10 км от источника загрязнения содержание Ni и Cu в 3-5 мм (зоне активного всасывания корней) и вне ризосферы примерно в 2 раза ниже, чем в ризоплане. В иллювиальном горизонте в 10 км от источника загрязнения содержание Ni резко возрастает в приствольной зоне как в ризосферной, так и вне ризосферной зоне (в 6-11 раз).

Исследование типов микориз и их обилия показали, что плотность простых микориз по мере приближения к комбинату во всех почвенных горизонтах увеличивается. В минеральных горизонтах микоризные окончания более разветвлены, чем в подстилке. Возрастание концентрации доступных для сосны биогенов в корнеобитаемом пространстве снижает

необходимость наличия сложных форм микориз. Минимальные значения плотности микориз обнаружены на участке наиболее приближенном к источнику выбросов — в зоне затухающей дефолиации, то есть по мере увеличения концентрации загрязнителей в почве происходит гибель микориз. Небольшие дозы загрязнителей стимулируют микоризообразование на тонких физиологически активных корнях сосны в зоне интенсивной дефолиации.

Дереворазрушающие грибы. Аэротехногенное загрязнение является важным фактором, определяющим степень и скорость антропогенной трансформации лесных сообществ и их отдельных компонентов, в том числе и микобиоты. Установлено, что по мере накопления в биоценозах поллютантов и продолжительности их экспозиции происходят изменения распространенности и численности патогенных видов. При разных формах и уровнях воздействия антропогенных факторов проявляется общая тенденция — сокращение видового состава афиллофоровых грибов с одновременным увеличением численности одних и тех же немногих видов, происходит смена доминантов (Бондарцева, Свищ, 1991; Лосяцкая, Бондарцева, 1999; Брындина, 1998, 2000).

В условиях промышленного загрязнения видовой состав афиллофоровых грибов изучали в еловых лесах (*Piceetum myrtillosum*, *P. empetroso-myrtillosum* и *P. fruticulosо-hylocomiosum*) вдоль юго-западного градиента от комбината «Североникель» (г. Мончегорск). Реакция дереворазрушающих грибов на воздушное промышленное загрязнение не однозначна. Численность и видовой состав изучаемых грибов характеризуется отрицательной зависимостью от уровня загрязнения, чем ниже уровень, тем выше численность и разнообразнее видовой состав. Многолетние исследования ксилотрофов северотаежных ельников кустарничково-зеленомошных, подверженных воздушному промышленному загрязнению (период с 1979 по 1993 гг.), позволили охарактеризовать временную динамику их видового состава в процессе техногенно обусловленной сукцессии: фон → дефолирующие леса → техногенные редколесья.

В начале 80-ых годов XX века на стационарах, характеризующих нарушенные (дефолирующие) леса, по сравнению с фоновыми объектами отмечена активность как паразитных (*Phellinus igniarius* и *Inonotus obliquus*), так и сапротрофитных (*Fomes fomentarius*, *Piptoporus betulinus*) видов. Первоначально (стадия начальной дефолиации) к активным паразитам добавлялся *Inonotus obliquus* и сапротрофы валежных стволов и пней (*Trichaptum abietinum*, *Trichaptum fusco-violaceus*). На стадии интенсивной дефолиации количество ксилотрофов пополняется патогенами: *Phellinus igniarius* и *Piptoporus betulinus*. То есть, ослабление древостоев еловых лесов процессом дефолиации способствует распространению

паразитных видов (*Piptoporus betulinus*, *Phellinus igniarius*, *Ininotus obliquus*), поражающих живые или ослабленные деревья (увеличение видового состава достигает 48%). На стадии разрушенных лесов (техногенные редколесья) происходило резкое снижение видового богатства: из дереворазрушителей отмечено только 2 вида (*Fomes fomentarius* и *Fomitopsis pinicola*), которые имеют димитическую и тримитическую гифальную систему. Виды с мономитической системой появляются лишь на стадии дефолиации.

В 90-ые годы XX века на стадии начальной дефолиации видовой состав ксилотрофов на исследуемых стационарах не изменился. В то же время количество деревьев, пораженных настоящим березовым трутовиком (*Fomes fomentarius*) заметно увеличилось. На стадии интенсивной дефолиации опасные патогены представлены уже 3 видами (*Phellinus igniarius*, *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus*), к которым добавляются ксилотрофы *Gloeophyllum sepiarium* и *Phellinus chrysoloma* — индикатор старовозрастных лесов (Kotiranta, Niemela, 1996). Одновременно активизировались настоящий (*Fomes fomentarius*) и ложный (*Phellinus igniarius*) трутовики. На стадии разрушенных лесов (техногенные редколесья) появляется березовая губка (*Piptoporus betulinus*).

В процессе деградации дефолирующих лесов в них заметно уменьшается встречаемость стволовых паразитов (*Phellinus igniarius*, *Ininotus obliquus*, *Phellinus chrysoloma*) — до 25% от общего количества дереворазрушающих грибов. С усилением техногенного воздействия происходит сокращение видового состава афиллофоровых грибов с одновременным увеличением численности одних и тех же немногих видов (*Fomes fomentarius* и *Fomitopsis pinicola*), устойчивых к загрязнению. Поэтому пораженность древесных пород дереворазрушающими грибами по мере удаления от источника загрязнения снижается.

Изучены концентрации элементов, в том числе тяжелых металлов, в *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst., *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. *Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quèl. и *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst. В результате исследований выявлено, что содержание никеля и меди (основных поллютантов) в базидиомах трутовых грибов увеличивается от фонового типа состояния лесных биогеоценозов к редколесью, то есть по мере приближения к источнику загрязнения. Наибольшая концентрация Ni отмечена в многолетних базидиомах окаймленного трутовика (в 7 км от комбината — 216,61 мг/кг; в фоновых условиях — 0,66 мг/кг), а Cu — ложного трутовика (в 7 км от комбината — 174,1 мг/кг; в фоновых условиях — 33,9 мг/кг). Содержание Ni в однолетних плодовых телах березовой губки значительно ниже (в 7 км от комбината — 4,87 мг/кг; в фоновых условиях — 0,29 мг/кг) по сравнению с содержанием Ni в многолетних ксилотрофах.

Химический состав дикорастущих ягод. Дикорастущие ягоды играют важную роль в обеспечении населения Севера витаминами и пищевыми продуктами. Определен химический состав у 4 видов дикорастущих ягод (*Vaccinium myrtillus*; *Vaccinium vitis-idaea*; *Empetrum hermaphroditum*; *Rubus chamaemorus*) в зоне влияния комбината «Печенганикель» (пос. Никель). Выявлено влияние комбинатов «Североникель» и «Печенганикель» по накоплению Ni, Cu в плодах ягод.

Литература

- Бондарцева М.А., Свищ Л.Г. Изменение видового состава трутовых грибов в условиях антропогенного воздействия // Проблемы лесопатологического мониторинга в таежных лесах Европейской части СССР. Тез. докл. Петрозаводск, 1991. С. 9—11.
- Брындина Е.В. Действие выбросов медеплавильного завода на сообщества ксилотрофных базидиомицетов южной тайги // Сибирский экологический журнал, 2000. № 6. С. 679—683.
- Брындина Е.В. Реакция сообществ ксилотрофных базидиомицетов на техногенную нагрузку // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии. Матер. конф. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1998. 280 с.
- Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова / под редакцией Б.Н. Норина, В.Т. Ярмишко. Л: Наука, 1990. 195 с.
- Дончева А.В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. М.: Лесная промышленность, 1978. 96 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А. Влияние Костомукшинского горно-обогатительного комбината на биоразнообразие афиллофоровых грибов // Биологические основы изучения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Финноскандии. Тез. докл. Петрозаводск, 1999. С. 203—204.
- Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов Северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1998. 316 с.
- Лукина Н.В., Никонов В.В. Состояние еловых биогеоценозов Севера в условиях техногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 1993. 134 с.
- Лукина Н.В., Сухарева Т.А., Исаева Л.Г. Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северотаежных лесах. М.: Наука, 2005. 245 с.
- Смит У.Х. Лес и атмосфера. М.: Прогресс, 1985. 430 с.
- Tomlinson G.H. Nutrient disturbances in forest trees and the nature of the forest decline in Quebec and Germany // Zoetl H.W. and Huettl R.F. (Editors). Management of nutrition in forests under stress. Kluwer Academic Publishers. 1991. P. 61-74.
- Zoetl H.W., Huettl R.F., Fink S., Tomlinson C.H. and Wisiewski J. Nutritional disturbance and historical changes in declining forest // Water Air and Soil Pollution. 1989. Vol. 48. P. 87—109.
- Falkengren-Grerup U. Long-term changes in pH of forest soils in southern Sweden // Environ. Pollut. 1987. Vol. 43. P. 79—90.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКО- ФИНЛЯНДСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Т. Линдхольм *, Р. Хемми **, Е. Яковлев ***

**Министерство окружающей среды Финляндии/Finnish/Russian Working
Group on Nature Conservation,*

***Институт окружающей среды Финляндии,*

****Институт леса Финляндии*

*e-mail: tapio.lindholm@ymparisto.fi; riitta.hemmi@ymparisto.fi; jev-
geni.jakovlev@metla.fi*

В России расположено 60% бореальных, или северных таежных лесов Земли. Масштабы лесных ресурсов и особые черты природной среды России — уникальны. Часть территорий старовозрастных лесов, нетронутых или минимально затронутых антропогенными воздействиями, расположена на Северо-Западе России в сопредельных с Финляндией регионах. Природа этих лесов очень разнообразна, они являются естественными резерватами для многих уязвимых видов лесных организмов. Поэтому решения органов власти по охране природы России имеют весьма большое влияние на сохранение естественного разнообразия лесных экосистем бореальной зоны.

Финляндия и Россия имеют общую государственную границу протяженностью 1250 км, которая одновременно является линией соприкосновения в области охраны природы между ЕС и Россией. Россия и Финляндия несут большую ответственность за сохранение этого природного наследия.

Россия и Финляндия ведут весьма активное сотрудничество в этом направлении еще с 1970х годов. Естественно, что совместные работы начались с Республики Карелия, при этом важнейшую роль в России играли научно-исследовательские учреждения, в первую очередь Карельский научный центр РАН и его институты. Несмотря на то, что природные условия в Финляндии и на Северо-Западе России одинаковы, традиции землепользования и природопользования различаются. Это создает возможность для выполнения сравнительных исследований, по результатам которых можно судить о последствиях антропогенного воздействия на природу.

Соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды между Советским Союзом и Финляндией было подписано в 1985 году, а в 1992 году обновлено уже с Российской Федерацией. Тогда же, в 1985 году для активного развития сотрудничества между Россией и Фин-

ляндией была создана ***Российско-финляндская рабочая группа по охране природы***. Финляндская часть рабочей группы подчиняется Министерству окружающей среды Финляндии, и в нее входят эксперты из министерства и других организаций, таких как Центр окружающей среды Финляндии, лесная служба «Метсяхаллитус», Институт леса Финляндии и Хельсинкский университет. С Российской стороны в деятельности рабочей группы участвуют эксперты Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР РФ), представители региональных органов власти по охране окружающей среды, а также эксперты научно-исследовательских учреждений, заповедников и национальных парков.

Рабочая группа призвана содействовать созданию особо охраняемых природных территорий (ООПТ), сохранению редких и исчезающих видов и развитию сотрудничества между ООПТ, расположенных на Северо-Западе России и в Финляндии. В ходе совместных встреч, семинаров и научных экспедициях родилась идея создания сети ООПТ по обе стороны государственной границы или так называемого Зеленого пояса Фенно-скандии.

Конкретным результатом совместной работы стало создание в 1990 году заповедника «Дружба» – первой смежной российско-финляндской ООПТ, расположенной на территории коммуны Кухмо на финляндской, и г. Костомукши – на российской стороне. В 1991 году на нетронутых угодьях между Белым морем и Онежским озером на территории Республики Карелия и Архангельской области был создан Водлозерский национальный парк. Следующей ООПТ, созданной в рамках сотрудничества, был национальный парк «Паанаярви», расположенный в северной части Республики Карелия. Вместе с национальным парком «Оуланка» на финляндской стороне, этот парк образует вторую смежную российско-финляндскую ООПТ. Наконец, в июле 2007 года был реализован важный результат длительного российско-финляндского сотрудничества: распоряжением Правительства РФ создан национальный парк «Калевальский».

Программа развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России была создана в 1997 году. Она нацелена на координацию двустороннего сотрудничества в области лесного хозяйства и охраны природы, расширение международного сотрудничества секторов. Цель программы — содействовать экологически сбалансированному развитию лесного хозяйства и сохранению ценных природных комплексов по обе стороны государственной границы и далее на Северо-Западе России.

В Финляндии за сотрудничество в области охраны природы отвечает Министерство окружающей среды, а за координацию природоохранных

проектов — Центр окружающей среды Финляндии. Природоохранные проекты осуществляются в шести субъектах Северо-Западного Федерального Округа: Республике Карелия, Ленинградской, Мурманской, Архангельской и Вологодской областях, а также городе Санкт-Петербурге. Выполнено более пятидесяти природоохранных проектов. Достигнутыми результатами являются создание новых ООПТ, перспективные планы создания будущих ООПТ, повышение статуса охраны природы, расширение научного сотрудничества, увеличение международного сотрудничества, подготовка научных статей и публикаций, научно-популярных изданий об охране природы, проспектов, бюллетеней, и т.п.

В 2007 году была начата работа по двум новым комплексным проектам: *«Оценка полноты и недостатков сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Северо-Западе России (ГЭП-анализ)» (Assessment of the representativeness and gaps of the protected area network of Northwest Russia — GAP Analysis)* и *«Проект развития региональных ООПТ на Северо-Западе России» (Development of regional status protected areas in Northwest Russia)*.

В рамках проекта *«ГЭП-анализ»* будет выполнена оценка недостатков и полноты сети ООПТ в шести вышеуказанных субъектах Северо-Западного Федерального Округа. Проект нацелен на разработку рекомендаций по развитию сети ООПТ и подготовку механизмов для планирования устойчивого использования территорий. Выполнение ГЭП-проекта осуществляется в основном российскими организациями, т.е. различными организациями регионов — администрациями сельскохозяйственного и природоохранного секторов, научно-исследовательскими институтами и неправительственными организациями.

Главным партнером с финляндской стороны *проекта развития региональных ООПТ* является Департамент экологического рекреационного обслуживания лесной службы «Метсахаллитус». Проект нацелен на усовершенствование административных систем, обучение персонала и функционирования ООПТ регионального значения. Наряду с администрациями региональных ООПТ, партнером проекта с российской стороны является неправительственная организация «Балтийский Фонд Природы» (Санкт-Петербург).

В рамках сотрудничества между Европейским Союзом (ЕС) и Россией в области охраны окружающей среды в 2006 году была создана *рабочая группа по охране биологического разнообразия*, которая занимается развитием природоохранного сотрудничества между ЕС, его странами-членами и Россией. Перспективным направлением сотрудничества является, в частности, развитие Зеленого пояса Фенноскандии.

В настоящее время Зеленый пояс является не единой территорией, а состоит из островков существующих и планируемых ООПТ. Вопрос о совместном развитии Зеленого пояса возник на рабочей встрече министра природных ресурсов РФ Юрия Трутнева с министром окружающей среды Финляндии Паулой Лехтомяки 21.08.2007. Сотрудничество должно охватывать различные формы сохранения природы, например такие, которые предусмотрены концепцией биосферных территорий (ЮНЕСКО: программа «Человек и биосфера») и самые разные виды сотрудничества между ООПТ федерального и регионального значения. Хорошая основа для создания Зеленого пояса уже сделана в рамках проекта по оценке полноты и недостатков сети ООПТ.

Финляндия, Швеция и Норвегия давно осуществляют двусторонние природоохранные проекты с российской стороной на Северо-Западе России. С целью улучшения сотрудничества и его координирования, в 1999 году был создан МКФ — Международный контактный форум по сохранению местообитаний в Баренц регионе (International Contact Forum on Habitat Conservation in the Barents Region, HCF). МКФ является неофициальным направлением рабочей группы по охране окружающей среды при Баренцевом Евро-Арктическом совете. Деятельность в рамках МКФ и в будущем будет неотъемлемой частью международного сотрудничества природоохранной части Программы по Северо-Западу России. Последнее совещание МКФ было проведено в Республике Коми в 2005 году. Следующее совещание состоится весной 2008 года в Швеции. Во время совещания будут обсуждаться вопросы сохранения биоразнообразия лесных экосистем, развитие сети ООПТ Баренцева региона, устойчивое использование и охрана водноболотных угодий, административные системы ООПТ.

Выполнение природоохранных проектов существующей программы будет продолжаться до 2010 года. В данный момент Министерства иностранных дел и окружающей среды Финляндии оценивают достигнутые до сих пор результаты и рассматривают перспективы будущего сотрудничества с приграничными регионами. Правительство Финляндии считает, что охрана окружающей среды является одним из приоритетных направлений и в будущем приграничном сотрудничестве. Наиболее важная роль в этом направлении отводится очистке Балтийского моря, но мы надеемся и верим, что охрана лесных и водноболотных территорий сохранит за собой такую же значительную позицию.

Сотрудники Института леса Карельского научного центра РАН выполнили и продолжают выполнять огромную работу для достижения перечисленных выше результатов в области охраны природы. Это и смелые идеи по созданию крупнейших в Европе заповедников и национальных

парков, и кропотливая практическая работа по инвентаризации территории и научному обоснованию создания этих заповедников. Наличие опытных и высококвалифицированных экспертов по всем вопросам, связанным с изучением леса — от лесных ландшафтов до локальных популяций редких и уязвимых видов грибов, растений и животных — создает уникальную возможность с высокой точностью выявлять наиболее ценные природные биотопы и принимать срочные меры по их сохранению.

ЗАЩИТА ЛЕСОВ РОССИИ СЕГОДНЯ

Е.Г. Мозолева

*Московский государственный университет леса, каф. экологии
и защиты леса*

*141005, Московская область, г. Мытищи-5, ул.1-я Институтская, 1,
moz-ekaterina@yandex.ru*

Защита от вредителей и болезней — необходимая область деятельности в лесной отрасли. Назначение лесозащиты — поддержание, сохранение и повышение ресурсного потенциала и биологического разнообразия лесов России. В ней нуждаются леса на всем протяжении своего цикла выращивания и использования от семенных посадок и питомников до спелого состояния. Она нужна и для сохранения древесины на лесосеках, складах и в сооружениях.

В настоящее время в России защитой леса занимаются ФГУ «Российский центр защиты леса» и более 30 его филиалов — региональных центров. Центр решает вопросы формирования политики в области охраны и защиты леса, планирования и финансирования лесозащитных работ, организации выполнения международных программ по защите леса, организации конкурсов на проведение истребительных мероприятий против вредителей и болезней леса. Он выполняет основной объем работ по лесопатологическому мониторингу, проводит обследование насаждений для обоснования необходимости санитарно-оздоровительных мероприятий, осуществляет сбор и анализ информации по защите леса в целом по стране. Для оказания срочной и неотложной помощи по обнаружению и характеристике очагов вредителей и болезней, обоснованию необходимости и проектированию лесозащитных мероприятий работают 2 специализированные лесопатологические экспедиции. Общая численность специалистов лесозащиты в России превышает 1000 человек.

Территориальные органы лесного хозяйства планируют, организуют проведение и приемку лесозащитных мероприятий, ведут сигнализацию о появлении очагов вредителей леса и усыхании насаждений. Предполагается, что и лесопользователи должны отвечать за сигнализацию о появлении очагов вредителей леса или усыхании насаждений на арендуемых ими лесных территориях.

Лесопатологический мониторинг ведут специалисты филиалов ФГУ «Рослесозащита» в зонах своей ответственности, используя различные технологии в зависимости от напряженности лесопатологической обстановки. В зонах минимальной и низкой напряженности, расположенных в труднодоступных многолесных районах, где вспышки численности

вредителей леса отмечаются редко, используются методы дистанционного зондирования и экспедиционные лесопатологические обследования. В зонах средней и, особенно, высокой напряженности ведущим методами ведения мониторинга являются регулярные наземные наблюдения и учеты на специально заложенных маршрутных ходах и наземные экспедиционные обследования в зонах масштабных повреждений лесов. В последние годы в рамках лесопатологического мониторинга активно развивается и широко внедряется в практику феромонный надзор за насекомыми (непарным шелкопрядом, сибирским коконопрядом, короедом типографом и др.).

Вся оперативная информация о состоянии и повреждении лесов собирается и обрабатывается специалистами ФГУ «Рослесозащита» для составления ежегодных «Обзоров санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации» и обоснования плана проведения лесозащитных мероприятий на следующий год.

Истребительные мероприятия против вредителей леса в настоящее время выполняют специализированные компании. Санитарно-оздоровительные мероприятия в насаждениях субъектов Федерации проводятся компаниями или лесопользователями на договорных основаниях. Выбор исполнителей производится на конкурсной основе.

По данным ФГУ «Рослесозащита» площадь, на которой наблюдается ослабление и гибель лесов, значительно изменяется по годам. Эти изменения носят циклический характер, они зависят от периодических изменений погодных условий и связанных с ними горимостью лесов, численностью популяций вредителей и развитием очагов болезней леса. Усыхание лесов в последнее десятилетие заметно увеличилось по сравнению с предыдущим периодом.

Среди всех причин усыхания насаждений наиболее губительным является воздействие погодных условий и лесных пожаров.

Особенно сильно влияние неблагоприятных погодных условий в последние годы проявляется в лесах Северо-Западного и Дальневосточного федеральных округов. Так, в Архангельской области погибшие в 2005 году древостои отмечены на площади 391,5 тыс. га, в Республике Коми — 20,7 тыс. га, в Хабаровском крае — 18,7 тыс. га. Всегда в ослабленных неблагоприятными погодными условиями насаждениях развиваются очаги стволовых насекомых, которые действуют несколько лет.

Лесные пожары являются второй по значимости причиной гибели насаждений на всей территории России от Калининградской обл. до Чукотского автономного округа. На горях после низовых пожаров средней и высокой интенсивности, как правило, также развиваются очаги стволовых вредителей, интенсифицирующих процесс усыхания лесов.

По наблюдениям специалистов лесозащиты, под воздействием вредных насекомых ежегодно погибает в среднем около 30 тыс. га лесов, этот показатель по годам колеблется в достаточно широких пределах.

Размеры усыхания лесов от болезней не столь велики, однако, можно считать, что сведения эти преуменьшены из-за несовершенства методов диагностики, выявления и учета очагов болезней.

Масштабы усыхания лесов под воздействием на леса антропогенных факторов, в том числе промышленных выбросов, в настоящее время сравнительно невелики — менее 1% от общей площади усохших насаждений.

По данным ФГУ «Рослесозащита» ежегодно в лесах Российской Федерации вспышки массового размножения насекомых — вредителей леса отмечаются на площади равной примерно 2,7 млн. га, при этом по годам общая площадь очагов изменяется в значительных пределах: минимум отмечался в 1992 году — 1,2 млн. га, максимум в 2001 году — 9,3 млн. га. В последние годы в лесах действовали очаги сосновой пяденицы, сосновой совки, сибирского шелкопряда, рыжего и обыкновенного сосновых пилильчиков, звездчатого ткача пилильщика, непарного шелкопряда, зеленой дубовой и других листоверток. В связи с ростом площадей насаждений с нарушенной устойчивостью и недостаточным объемом санитарно-оздоровительных мероприятий в лесах развиваются очаги стволовых вредителей, в том числе короеда типографа; наиболее масштабные из них были обнаружены в ельниках Архангельской области и Республики Коми. В лесах Республики Карелия очаги типографа носили локальный характер, однако высокий уровень численности этого вредителя в регионе наблюдается в течение нескольких последних лет.

Очаги болезней леса в отмечены в насаждениях большей части субъектов Российской Федерации, наибольшее распространение при этом имеют очаги стволовых и корневых гнилей, в том числе корневой губки. Можно утверждать, что реальная площадь очагов болезней значительно превышает выявленную из-за скрытого характера развития многих заболеваний.

Ежегодно, несмотря на трудности реформирования и управления лесным хозяйством, которые мы наблюдаем уже несколько лет, лесозащитные мероприятия в отдельных субъектах РФ все же проводятся, хотя и в меньших по сравнению с требуемыми масштабах. Это обработка насаждений биологическими и химическими пестицидами в очагах хвое- и листогрызущих насекомых и санитарные рубки.

Защита леса является одной из самых наукоемких областей лесохозяйственной деятельности и требует высокой квалификации и хорошей биологической и технической подготовки специалистов и их должного методического обеспечения. Благодаря работам многих коллективов уче-

ных академических учреждений, отраслевых НИИ и вузов за последние несколько десятилетий неизмеримо увеличились наши знания о составе, популяционных особенностях, закономерностях динамики численности вредителей леса, о взаимоотношениях между видами в сообществах, получили признание новые методы популяционного анализа насекомых и усовершенствованные методы их учета, расширилась сфера применения математических методов и моделей в лесозащите. Стали более изучены фауна дендрофильных насекомых и комплексы грибов дендротрофов в лесных экосистемах разных регионов и их роль. Накоплены знания и созданы новые представления об эпифитотиях некоторых ранее недостаточно изученных видов патогенов. Прочно вошли в сознание специалистов положения о необходимости биоценотического подхода при разработке систем и методов защиты леса от вредителей и болезней, об обязательности учета потерь и определения ущерба от вредных организмов и применении интегрированных методов и эколого-экономических критериев для принятия решений о проведении защитных мероприятий. Разрабатываются и совершенствуются высокотехнологичные наземные и дистанционные методы наблюдения за состоянием леса, расширяется сфера применения в лесозащите ГИС-технологий и компьютерных информационных систем. Одним из новых направлений лесозащиты становится участие отдельных ее подразделений в развитии на предприятиях лесного комплекса добровольной лесной сертификации, способствующей сохранению лесов и экологизации деятельности в лесной отрасли.

В последние годы заметно обновляется и совершенствуется научно-методическое обеспечение лесозащиты. В 2003 г. в издательском центре «Академия» вышли новый учебник И.Г. Семенковой и Э.С. Соколовой «Фитопатология» и «Словарь-справочник по биологической защите растений от вредителей» С.С. Ижевского, там же в 2004 г. издан обновленный «Практикум по лесной энтомологии» Е.Г. Мозолева с соавторами. При поддержке проекта ФОРЕСТ Агентства США по международному развитию разработано и усилиями Агентства лесного хозяйства Российской Федерации МПР в 2004 г. издано 3 справочника из серии «Болезни и вредители леса в России».

Современный период труден для лесозащиты и всего лесного хозяйства в целом. Что ожидает нас после внедрения нового Лесного кодекса трудно предположить. Большие опасения вызывает отсутствие продуманной системы управления лесным хозяйством в новом Лесном кодексе. Передача управления лесным фондом в руки субъектов РФ увеличивает нашу тревогу, ведь это означает высокую степень зависимости принимаемых решений от их руководителей и властных структур, зачастую не обладающих комплексом необходимых профессиональных знаний. Боль-

шие трудности возникают с необходимостью обновления регламентирующих и методических документов по лесозащите. Некоторые из них составлены без должного участия специалистов и содержат ряд ошибочных положений, чреватых негативными последствиями. Остается лишь надеяться на здравомыслие, энтузиазм, преданность своему делу рядовых защитников леса, общественность и ученых, занимающихся вопросами сохранения лесов России.

В настоящее время актуальными остаются вопросы совершенствования правового и нормативного обеспечения лесозащиты и развитие теоретических основ, методологии и прикладных исследований по основным направлениям защиты леса, в том числе, разработка и применение спектра новых химических и биологических средств и технологий защиты леса от вредителей и болезней. Эти вопросы могут быть решены только с привлечением всего научного потенциала отраслевой, академической и вузовской науки и в особенности при её кооперации.

Успешным примером долговременной и плодотворной кооперации исследований является изучение комплекса дендрофильных насекомых и грибов — дендротрофов в лесах Карелии и разработка на этой основе предложений по организации системы лесопатологического мониторинга, которые осуществляются в течение многих лет Московским государственным университетом леса и Институтом леса КНЦ РАН.

В процессе совместных исследований решались следующие основные задачи:

- обоснование и выбор оптимальной системы расположения сети пунктов постоянного наблюдения на избранных в качестве полигонов территориях;
- подбор в целях проведения эффективного лесопатологического мониторинга объектов и процессов постоянного наблюдения, показателей для их характеристики и критериев для оценки их динамики;
- совершенствование методов оценки состояния эталонных лесов и испытывающих воздействия неблагоприятных факторов природного и антропогенного характера;
- выявление основных патологических факторов, влияющих на состояние лесных фитоценозов различного породного состава, возраста и происхождения;
- изучение видового состава ксилофильных насекомых и дереворазрушающих грибов и оценка их роли в развитии условно коренных и производных фитоценозов;
- изучение влияния антропогенного воздействия и промышленных эмиссий на видовой состав, структуру сообществ ксилофильных насекомых и грибов-дендротрофов, на характер распространения основных видов и степень причиняемого ими вреда;

- выделение объектов лесопатологического мониторинга из числа, с одной стороны — потенциально вредоносных видов, с другой — видов-индикаторов, уязвимых к антропогенной трансформации;

- создание информационной основы для системы лесопатологического мониторинга лесов Карелии;

- разработка рекомендаций по организации лесопатологического мониторинга в лесах Карелии и по системе принятия решений лесозащитного и природоохранного характера по поддержанию биологического разнообразия и устойчивости лесных экосистем и их компонентов;

- изучение и проверка возможностей и эффективности космических методов слежения за состоянием лесов и последствиями вспышки массового размножения короеда типографа 2003 — 2006 гг.

Совместные исследования выполнялись в различных районах Карелии на следующих объектах: заповедники «Кивач» и «Костомукшский», Национальные парки «Паанаярви», «Водлозерский» и «Калевальский», ландшафтный заказник «Толвоярви», Кашканский заказник девственных лиственных и темнохвойных лесов, пригородные леса г. Петрозаводска.

Таким образом, благодаря совместным исследованиям был заложен фундамент, на основе которого можно в дальнейшем развивать работы по организации системы лесопатологического мониторинга на территории Карелии.

РЕКРЕАЦИОННОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ: НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Л.П. Рысин

Институт лесоведения РАН

*143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское,
root@ilan.msk.ru*

Природные ландшафты, и особенно лесные, все чаще становятся местами отдыха — и индивидуального, и массового. Это обстоятельство стало одним из факторов риска для лесных экосистем — в лес, эволюционно не подготовленный к наплыву отдыхающих, приходит человек, неподготовленный к отдыху в лесу, зачастую экологически неграмотный. Следствием является ущерб, наносимый лесу — всем его компонентам без исключения. Эта проблема давно уже исследуется многими специалистами и в нашей стране, и за рубежом, и надо сказать, что в СССР исследования в этой области велись весьма интенсивно и эффективно.

Еще в 1976 году Гослесхозом СССР перед группой лесных институтов и опытных станций была поставлена задача обстоятельного изучения последствий рекреационного лесопользования и поиска путей к улучшению ситуации. Исследования проводились в самых различных регионах страны: от Прибалтики и Белоруссии до Дальнего Востока, от Карелии до Крыма и Кавказа. Общее руководство работой было поручено Лаборатории лесоведения АН СССР. Среди участников были лесные институты и лесные опытные станции России, Эстонии, Литвы, Латвии, Украины, Белоруссии, Грузии, Казахстана. С каждым годом число участников увеличивалось, расширялась география работ, более разнообразным становился круг решаемых вопросов. Ежегодно в разных республиках проводились рабочие совещания, а каждые 5 лет — всесоюзные конференции, в которых участвовали не только непосредственные исполнители, но и многие другие специалисты, также работающие в этой области. Совещания прошли в в 1981 г. в Бендерах (Молдавия), в 1982 г. — в Тарту (Эстония), в 1983 г. — в Минске, в 1984 г. — в Саласпилсе (Латвия), в 1985 г. — в Москве, в 1986 г. — в Паланге (Литва), в 1987 г. — в Сочи, в 1988 г. — в Алуште (Крым), в 1989 г. — во Львове (Украина), в 1990 г. — в Ленинграде. На каждое пятилетие ставились проблемы, которые мы считали первостепенными и которые коллективно разрабатывались. На рабочих совещаниях обсуждались результаты работы.

О масштабе исследований говорит, в частности, такой факт, что во Всесоюзном совещании, проведенном в 1985 г. в Москве, приняли участие свыше 200 представителей академических и отраслевых институтов,

высших учебных заведений, проектных организаций и т.д. Весьма представительным было и следующее Всесоюзное совещание, состоявшееся в 1990 г. в Ленинграде. В 1988 г. в Риге был проведен Международный симпозиум «Экологическая безопасность рекреационного лесопользования». Неоднократно публиковались сборники тезисов; были изданы совместно подготовленные монографические сводки «Рекреационное лесопользование в СССР» (1983) и «Оптимизация рекреационного лесопользования» (1990). Был разработан и утвержден Отраслевой стандарт «Использование лесов в рекреационных целях. Термины и определения».

В целом, для исследований этого десятилетнего периода характерны:

- широкий масштаб исследований;
- решение проблемных теоретических, методологических и прикладных вопросов, имеющих принципиальное значение;
- очевидная заинтересованность в исследованиях со стороны руководства лесным хозяйством страны (финансирование отраслевых институтов, участие представителей Гослесхоза СССР и республиканских министерств лесного хозяйства в совещаниях, периодическое обсуждение результатов работы на заседаниях коллегии Гослесхоза СССР).

Общими усилиями стало создаваться новое научное направление — «рекреационное лесоведение». Мы пришли к пониманию того, что происходит в лесных экосистемах под влиянием рекреации и что нужно делать для того, чтобы нейтрализовать или, по крайней мере, минимизировать последствия этого воздействия. Публикация многочисленных методических рекомендаций сочеталась с их применением на практике.

Изучение рекреационной изменчивости лесов в нашей стране началось с исследований в городских и подмосковных дубовых лесах, проведенных в 60-х годах Р.А. Карпионовой в то время — аспиранткой акад. В.Н. Сукачева. Для того, чтобы ориентироваться в состоянии дубняков и охарактеризовать степень их нарушенности, Р.А. Карпионова использовала пятистадийную схему пастбищной дигрессии, предложенную П.К. Фальковским. Впрочем намного ранее последнего (в начале прошлого столетия) сходный прием предложил А.А. Хитрово, который, изучая состояние дубовых лесов вблизи населенных пунктов, выделил следующие стадии их состояния: дубрава ненарушенная; дубрава, частично измененная частыми посещениями человека и пастьбой скота; дубрава, сильно нарушенная. Заметим, что принципиальной разницы между влиянием выпаса и воздействием рекреации нет; в обоих случаях уплотняются верхние горизонты почвы, разрушается подстилка, повреждаются и уничтожаются растения.

Многие авторы приняли подход, предложенный Р.А. Карпионовой; появилось большое число публикаций с описанием стадий дигрессий в различных типах и группах типов леса. При сохранении единого принципа — выделение стадий, соответствующих различным состояниям лесного биогеоценоза (экосистемы) и уровня его рекреационной нарушенности — неодинаковой была и остается степень дифференциации. Обычно выделяют от трех до пяти стадий, но нет единой точки зрения по поводу того, какую стадию следует считать критической для леса.

Большое число работ посвящено влиянию рекреации на лесную растительность. Механизм влияния рекреации на древостой многогранен. Во-первых, у деревьев повреждаются стволы и корни, что не только непосредственно нарушает жизнедеятельность этих органов, но и способствует развитию болезней и заселению деревьев вредителями. Второй причиной ухудшения состояния древостоев является уплотнение верхнего слоя почв, что влечет за собой изменение многих физических параметров, определяющих жизнедеятельность корневых систем. Древесные породы реагируют на уплотнение почвы неодинаково — в большей степени страдают те породы, у которых корневая система находится в верхних слоях почвы.

Влияние рекреационного лесопользования на лесовозобновительные процессы неоднозначно. На первых этапах появление отдыхающих в лесу может в известной степени активизировать эти процессы, поскольку редуют подлесок и травяно-кустарничковый покров, разрушается плотная подстилка, появляются участки минерализованной поверхности почвы, уменьшается затененность и т.д. Вытапывание разрушает моховой покров, который зачастую препятствует появлению и развитию всходов древесных пород. Но в дальнейшем последствия вытапывания и механические повреждения молодых древесных растений становятся столь значительными, что возможность удовлетворительного возобновления полностью исключается. Отрицательную роль играет и уплотнение верхних горизонтов почвы, в результате чего преобразуется корнеобитаемая сфера почвы (именно в верхних почвенных горизонтах сосредоточена основная масса корней подроста). От действия этих факторов подрост древесных пород страдает в значительно большей мере, чем взрослые деревья. Поэтому он сохраняется, в основном, в тех местах, которые удалены от дорожек и стоянок туристов. Впрочем, даже здесь большая часть подроста имеет механические повреждения. Оказывая влияние на интенсивность и характер лесовозобновления, рекреационное воздействие может направить динамику древостоя и экосистемы, в целом, по пути, отличному от естественного. Следует, однако, иметь в виду, что отсутствие подроста под пологом леса вовсе не обязательно связывать с присутствием

человека — очень часто причина лежит в самой экосистеме, которая не «запрограммирована» на самовоспроизводство.

Кустарники страдают и от механических повреждений, и от уплотнения почвы. Зимой низкорослые кустарники и молодые особи повреждаются лыжниками. Единственный способ сохранения подлеска — продуманная организация территории, создание сети удобных для перемещения дорожек и тропинок и контроль за их состоянием. Ни в коем образом не следует вырубать кустарники для «улучшения обзора», как это нередко практикуется. Роль кустарников в лесу очень велика. Они не только являются важным структурным компонентом многих лесных экосистем, но и имеют большое защитное значение для лесной фауны и для сообществ, в целом, поскольку сдерживают проникновение рекреантов в лес. Сохранить этот ярус растительности гораздо проще и дешевле, чем воссоздать его.

Визуальное определение степени рекреантной нарушенности лесных сообществ основывается, в первую очередь, на характере растительности нижних ярусов. Входящие в их состав виды растений по-разному реагируют на появление в лесу «человека отдыхающего». Одни виды сравнительно быстро исчезают даже при относительно небольшом рекреационном воздействии, другие удерживаются более продолжительное время, третьи не только не уменьшают своего обилия, но, напротив, значительно увеличивают его; четвертую группу составляют виды, которые ранее в лесу почти не встречались, но теперь все более активно в нем расселяются.

Можно выделить следующие основные факторы рекреантного воздействия на растения нижних ярусов.

1. Механические повреждения (вплоть до полного уничтожения) наземных органов растений, в том числе почек возобновления. Особенно страдают при этом растения с высокими сочными побегами и с почками возобновления, расположенными над поверхностью почвы или у самой ее поверхности. Относительно более устойчивыми оказываются виды с розеточным расположением листьев, невысокими упругими побегами, с хорошо защищенными почками возобновления.

2. Изменение физических параметров почвы (влажности, аэрированности, плотности, температурного режима и др.), в результате чего нарушается

3. жизнедеятельность подземных органов, особенно, если они сосредоточены в верхних слоях почвы.

4. Обрывание наземных побегов и выкапывание растений, от чего особенно страдают декоративные виды.

5. Сбор ягод, заготовка пищевого или лекарственного сырья.

Реакция растений зависит, с одной стороны, от интенсивности и длительности рекреационного давления, а с другой — от их эколого-биологических особенностей. Ряд авторов пытался определить степень устойчивости растений, применяя дозированные нагрузки — по зафиксированным на местности площадкам или трансектам делалось определенное число «проходов». Одновременно выявлялась степень уплотнения почвы на разной глубине. Такого рода исследования проводились в разных типах леса, в различных условиях местообитания. Результаты позволяют связать причину (выраженную количественно величину рекреационного давления) и следствие (состояние и поведение растений). Но сами по себе такие наблюдения не могут вскрыть механизм этой связи; нужно глубокое и разностороннее знание свойств и особенностей растений и прежде всего — морфоструктуры органов как наземных, так и подземных, их толерантности к физическому воздействию и прочим антропогенным факторам, характера размножения. Можно сказать, что у каждого вида вырабатывается своя стратегия поведения по отношению к рекреационному воздействию.

Очень уязвим живой напочвенный покров, причем на него влияет не только рекреация. На урбанизированных территориях одновременно действуют несколько факторов. С одной стороны, физически уничтожаются местообитания и сами растения. Лесные виды мохообразных нередко сохраняются на стволах деревьев. Нужно иметь в виду и ту огромную отрицательную роль, которую, особенно по отношению к лишайникам, играет загрязнение атмосферы как общее, так и локальное: на территории большого промышленного города всегда находится множество источников такого загрязнения. Исчезновение многих видов связано именно с этим фактором.

Еще в начале 60-х годов в нескольких парках и лесопарках Москвы были проведены наблюдения за состоянием почв в местах рекреации. Было отмечено уплотнение верхних почвенных слоев, ведущее к изменению структуры почвы, а в связи с этим — ее аэрированности и водного режима. Тогда же было установлено, что изменение объемного веса почвы влияет на состояние древесных пород: дуба, сосны, липы, березы, тополя. Было показано, что по мере трансформации почвенных условий меняется и характер травяного покрова. С тех пор исследования рекреационной изменчивости почвенного покрова проводились в разных географических районах и в самых различных экологических условиях, что позволило накопить весьма полную и емкую информацию.

Прежде всего меняется морфологическое строение подстилки. На ранних стадиях она уплотняется и измельчается, уменьшаются ее мощность и запас, изменяется соотношение подгоризонтов. В дальнейшем выпада-

ют ферментативный и гумусовый подгоризонты, органический материал вдавливаются в верхний слой органно-минерального горизонта (Бганцова, Бганцов, Соколов, 1986). Опад быстрее разлагается и минерализуется.

В результате вытаптывания, особенно — интенсивного, происходит уплотнение верхнего слоя почвы. Глубина уплотнения зависит и от почвы, и от интенсивности и длительности вытаптывания, но естественно, что особенно сильно уплотняется верхний десятисантиметровый слой. Возрастает твердость почвы. Наиболее существенно меняется гумусо-аккумулятивный горизонт; его мощность уменьшается. Агрегаты этого горизонта отчасти деформируются, почвенная масса приобретает слоеватое сложение. В значительно меньшей степени меняется мощность подзолистого горизонта, но в нем также происходит уплотнение почвенного материала. Резко уменьшается общая порозность, главным образом, за счет крупных пустот, играющих важную роль в перемещении почвенной влаги и в распространении корней. Исчезновение крупных пустот ухудшает условия для формирования корневых систем и обеспечения корней кислородом. Активируются анаэробные процессы, способствующие образованию низкомолекулярных органических соединений; уменьшается содержание муллевого гумуса.

Изменение порозности почвы при ее уплотнении меняет воздушно-водный режим. Уменьшается влагоемкость. Поступление влаги сверх капиллярной влагоемкости вызывает ее избыточное накопление. Почва вообще может стать практически влагонепроницаемой. Под влиянием рекреационных нагрузок уменьшается содержание гумуса, хотя на начальных стадиях дигрессии оно может несколько увеличиться за счет вдавливания органического материала в гумусовый горизонт. Снижается содержание различных форм азота, причем эти изменения могут быть весьма существенными и вместе с тем глубоко (до полуметра) идущими.

Изменение почвы под влиянием рекреации не может не затрагивать почвенную микрофлору. На вытаптываемых участках леса меняется структура комплексов почвенных микроскопических грибов. На тропях на порядок уменьшается их численность грибов, снижается видовое разнообразие. Уничтожение части растений, уменьшение массы опада и подстилки, уплотнение почвы — все это вызывает уменьшение численности неспорообразующих бактерий и снижение интенсивности процессов аммонификации и разложения клетчатки. В целом, деятельность почвенных микроорганизмов находится в обратной зависимости от сохранности леса до тех пор, пока не изредится древостой и не начнет формироваться злаково-разнотравный покров.

Очень чутко реагирует на антропогенное воздействие и существенно перестраивается почвенная альгофлора; меняются ее видовой состав, со-

отношение между отдельными группами водорослей, величины биомассы и т. д. У разных видов чувствительность к рекреационному воздействию неодинакова, и поэтому водоросли можно использовать как биоиндикатор.

Животный мир в условиях рекреационного лесопользования является весьма уязвимым компонентом лесных экосистем, поскольку испытывает влияние многих факторов не только прямого, но и опосредованного воздействия. Сохранение его важно не только с позиций поддержания устойчивости сообществ, но и ради их привлекательности для отдыхающих. Но сохранить животный мир в его «первозданном виде» в местах рекреации, даже умеренной, конечно, невозможно. Действуют факторы беспокойства (пусть и неумышленного), вытаптывания, изменения кормовой базы, динамики состава фауны, в том числе — за счет увеличения численности синантропных видов, которые часто являются сильными конкурентами.

Обстоятельно исследовано влияние рекреации на почвенное население; доказано, что комплексы почвенных беспозвоночных также могут быть индикаторами степени рекреационной нарушенности леса. Под влиянием рекреационного давления снижается плотность микро- и мезофауны; в первую очередь, это явление наблюдается у многоножек и дождевых червей. У последних одновременно меняется соотношение жизненных форм. Влиянию рекреации в наибольшей мере подвержены подстилочные формы, поскольку подстилка в результате вытаптывания повреждается и уничтожается особенно быстро. Усиливается роль открыто живущих и эврибионтных форм. Могут появиться новые виды, характерные для открытых пространств и рудеральных сообществ.

Фактор риска, который постоянно грозит лесам, ставшим местами отдыха населения, и огромная социальная значимость этих лесов побуждает организовать постоянно действующую систему наблюдений за их состоянием — так называемый мониторинг. С одной стороны, он осуществляется путем анализа материалов лесоустройства, располагающего информацией о породном составе и возрастной структуре лесов, их количественном и качественном состоянии, а с другой — наблюдениями на постоянных пробных площадях, позволяющими оперативно и разносторонне исследовать механизмы происходящих изменений. Эти наблюдения должны проводиться не только в местах, испытывающих антропогенное (в том числе и рекреационное) воздействие, но и на территориях, где это влияние минимально или вообще отсутствует.

Методика мониторинга в лесах рекреационного назначения разработана. Организация его строится на лесотипологической основе (охватывается возможно большее число различных типов леса) с учетом интенсивно-

сти и характера рекреационного вмешательства. Особое внимание обращается на состояние растительности, поскольку она является прекрасным индикатором происходящих изменений. Е.Г. Мозолевской и ее сотрудниками детально разработана методика лесопатологического мониторинга древостоев.

Мы располагаем результатами многолетних наблюдений, проведенных нами в лесных экосистемах разных типов на территории Москвы и Подмосковья, в той или иной степени, затронутых рекреацией. Леса эти динамичны, но помимо факторов современных в происходящих сукцессиях очень большое значение имеет фактор исторический — характер лесопользования в последние десятилетия существенно изменился, и лесные сообщества зачастую постепенно восстанавливают свой первоначальный облик, когда-то радикально нарушенный человеком. Вот этот фактор крайне важно иметь в виду, разбираясь в сложных динамических процессах. В то же время многое остается неясным, поскольку лес сейчас живет в качественно иных условиях.

Сосновые леса, существование которых ранее поддерживалось выпасом скота, периодически повторявшимися пожарами (преимущественно, низовыми), а также выборочной рубкой широколиственных пород, в настоящее время замещаются другими лесами: на менее богатых — еловыми, а на более богатых — широколиственными, поскольку исключается возможность появления жизнеспособного соснового подростка. Рекреация является фактором, который убыстряет этот процесс.

Еловые леса в центральном регионе России повсеместно вырубались; их место заняли древостои другого породного состава, в основном, лиственные. Восстановительные процессы идут медленно, особенно на урбанизированных территориях в силу относительно малой устойчивости этой породы.

Леса с господством дуба постепенно сокращают свое распространение, но в течение еще нескольких десятилетий будут относительно устойчивыми (в отдельных случаях дуб даже способен заместить сосну), но там, где к дубу примешивается липа, следует ожидать смену дубняка липняком. При отсутствии липы естественный распад дубового древостоя, скорее всего, будет иметь следствием разрастание лещины, которая в настоящее время растет под пологом дуба, и формирование высокоствольных лещиников.

Березняки на территории Москвы и Подмосковья в большинстве случаев относительно молоды; в течение длительного времени они будут сохраняться даже в условиях интенсивного техногенного загрязнения и рекреационного стресса. Однако состояние березняков постепенно ухудшается; если под пологом березы растет липа, то есть все основания ожи-

дать, что со временем она заменит березу; на богатых и влажных почвах возможна замена березы на клен.

Массовое поражение осинников гнилевыми заболеваниями ставит их будущее под большое сомнение. Многие осинники настолько загущены, что в них под жизнеспособного подроста более ценных и устойчивых древесных пород. Можно предположить, что место осинников займут густые заросли лещины.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие общее состояние липняков несколько ухудшилось, на урбанизированных территориях они остаются наиболее устойчивыми и в подавляющем большинстве случаев сохраняют свои позиции. Там, где липа растет вместе с другими древесными породами, она постепенно замещает их в составе древостоев.

Еще раз напоминаем, что происходящие динамические процессы в лесных экосистемах имеют, в основном, эндоэкогенетический характер, то есть являются следствием естественного саморазвития леса; влияние рекреации накладывает на эти процессы определенный отпечаток, но в большинстве случаев не является определяющим.

К сожалению, распад СССР положил конец сотрудничеству сложившегося коллектива, хотя, конечно, исследования в этой области продолжались и в дальнейшем, в том числе и в Лаборатории лесоведения РАН (ныне — Институт лесоведения РАН). Важным стимулом для проведения работ стало принятие в 2003 г. программы РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами». С ее помощью круг исследований объем исследований был увеличен, полученные результаты были опубликованы в монографических сборниках «Мониторинг рекреационных лесов» (2003), «Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты» (2004) и «Динамика и устойчивость рекреационных лесов» (2006).

Современные проблемы рекреационного лесопользования нам представляются в следующем виде

До сих пор нет однозначного понимания термина «Рекреационные леса». Нужно четко различать собственно рекреационные леса, предназначенные для отдыха и соответствующим образом благоустроенные, а также леса, лишь частично выполняющие рекреационные функции, и леса хозяйственного назначения, которые служат местом отдыха во время собирания грибов и ягод, любительской охоты и, следовательно, в специализированном благоустройстве не нуждающиеся. Такое подразделение лесных земель позволяет направить силы и средства на определенные, относительно небольшие по площади участки, а не распылять их по лесной территории вообще. В собственно рекреационных лесах должны быть специфическими лесоустройство, режим пользования, охрана, веде-

ние хозяйства, позволяющее получать определенный доход от рекреантов, который по прошествии некоторого периода времени станет большим по сравнению с традиционным хозяйственным использованием леса (его вырубкой), поскольку будет не «разовым», а постоянным. В лесном фонде собственно рекреационные леса должны быть выделены в отдельную категорию.

Для рекреационного использования следует предназначать лесные территории с достаточно высоким рекреационным потенциалом — устойчивые по отношению к рекреационным нагрузкам и удобные для пользования. Рекреационный потенциал лесного ландшафта — это мера возможности выполнения последним рекреационных функций, обусловленная его природными свойствами и результатами деятельности человека.

Обязательным условием организации рекреационного лесопользования должно быть функциональное зонирование территории, предназначенной для отдыха. Территориальную организацию рекреационного лесопользования следует осуществлять с учетом природных особенностей ландшафта: рельефа, почвы, растительности, животного мира. Должны быть обязательно приняты во внимание эколого-биологические особенности основных лесобразующих пород, поскольку от них во многом зависит толерантность лесных насаждений к рекреационному воздействию.

При лесоустройстве рекреационных лесов характеристика таксационных выделов должна сопровождаться оценкой их рекреационных потенциалов по основным показателям (привлекательность, комфортность, устойчивость). Для рационального использования рекреационных лесных ресурсов в каждом субъекте Российской Федерации необходимо иметь кадастр рекреационных лесов, основанный на оценке их рекреационного потенциала.

Поскольку рекреационные леса находятся в условиях повышенного риска, то одним из важнейших условий их сохранения является организация лесного мониторинга, в том числе лесопатологического мониторинга (Лесной кодекс РФ, ст. 56) и мониторинга пожарной опасности (Лесной кодекс РФ, ст. 53).

Основой лесного мониторинга должны быть материалы лесоустройства, обеспечивающего регулярное поступление информации о лесах, их породном составе и структуре, количественном и качественном состоянии. Сопоставление материалов лесоустройства разных лет позволяет устанавливать происходящие изменения на территориях самых различных размеров. Но надо понять механизм этих изменений, вызывающие их причины; для этого ценнейший материал могут дать зафиксированные в натуре участки леса (ППП — постоянные пробные площади), на которых длительное время ведутся комплексные многоаспектные наблюдения.

Мониторинг рекреационных лесов должен охватывать и те лесные участки, которые сдаются в аренду для рекреационной деятельности частным лицам; его проведение за счет арендатора должно быть обязательным условием при заключении договора аренды.

Особого внимания заслуживает проблема создания лесных культур на урбанизированных территориях. Очевидно, что они должны весьма существенно отличаться от культур промышленного назначения. Во-первых, им придется выдерживать и техногенные, и рекреационную нагрузки, и, следовательно, обладать повышенной устойчивостью, а во-вторых, они должны быть достаточно привлекательны и комфортны. Явная непригодность для лесопарков традиционных типов лесных культур с рядовой посадкой и простыми схемами смешения компонентов несомненна; предпочтение должно отдаваться формированию насаждений с куртинно-полевой структурой, где плотные группы деревьев и кустарников чередуются с небольшими полянами и прогалинами различной конфигурации.

Рекреационное обеднение природной флоры на урбанизированных территориях побуждает принять меры к возврату исчезнувших видов растений на места их прежнего обитания. Такие опыты проводились, в частности, в опытном Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН. Выяснилось, что реинтродукция растений может быть успешно осуществлена далеко не всегда. За период после их исчезновения из состава лесного сообщества сохраняются без видимых изменений почвенные условия, но качественно меняются фитоценоз и флора, складываются новые взаимоотношения между растениями, и интродуцируемые виды, как правило, отторгаются. Вероятно, в городских лесах и лесопарках будет проще создавать специализированные экспозиции декоративных дикорастущих видов, используя их для популяризации идей охраны растений и растительности.

До сих пор остаются нерешенными экономические аспекты рекреационного лесопользования, оно должно приносить постоянный и значительный доход. Возможными статьями дохода являются:

- аренда лесного участка для осуществления различных видов рекреационной деятельности:
- оплата мониторинга лесов на арендованных участках,
- предоставление различных услуг отдыхающим (средства передвижения — лошади, велосипеды и т.д., удобства для отдыха — палатки, места для автостоянок, площадки для организации и проведения пикников и т.д.),
- так называемый «экологический туризм» — организованное посещение туристами, в том числе зарубежными, красивых ненарушенных ландшафтов,

- торговая деятельность (научно-популярная литература о природе рекреационных объектов, о растительном и животном мире, фотоальбомы, наборы открыток, карты и планы, сувениры, продукты и т.д.).

- посещение охраняемых участков с редкими растениями, волевод с животными.

Организация рационального оптимизированного рекреационного лесопользования должно опираться на научную основу — на результаты научных исследований механизмов взаимоотношений в системе «лес-человек отдыхающий», динамики лесных экосистем в условиях рекреационного воздействия. На первое место в рекреационных лесах должно быть поставлено сохранение природы, поддержание устойчивости лесных экосистем. Одновременно должна решаться другая задача — создание условий для полноценного отдыха, но без ущерба для природы.

С каждым годом потребности в лесных рекреационных ресурсах будут возрастать и по масштабам, и по интенсивности. На основании накопленного опыта и дополнительных исследований, с учетом положений нового Лесного кодекса Российской Федерации, целесообразно безотлагательно разработать систему конкретных действий для превращения рекреационного лесопользования в один из основных видов лесной индустрии в России. Нужна Программа «Рекреационное лесопользование в России» с соответствующей финансовой поддержкой Федерального агентства лесного хозяйства Министерства природных ресурсов России. Это обеспечит координацию усилий тех, кто продолжает работать в этой области. Рекреационное лесопользование — это не только издержки и потери; при правильной организации оно станет источником дохода.

ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Л.И. Савельева

Институт лесоведения РАН

*143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское
dandyliou_ds@mail.ru*

Развитие лесной типологии до 1980 г. подробно описано в книге Л.П. Рысина «Лесная типология в СССР» (1982). В последние десятилетия отмечается резкий спад и интереса, и возможностей развития лесотипологических исследований по ряду причин (Рысин, Савельева, 2005). Данная работа является попыткой рассмотреть лесотипологические исследования в европейской части России в последние десятилетия. Можно остановиться на нескольких направлениях: это накопление лесотипологических характеристик новых территорий и лесных формаций; развитие теории — объема типа леса, ландшафтного подхода, совершенствование классификаций, составление кадастров; развитие лесной типологии в приложении к теории и практике сохранения биоразнообразия, особо охраняемых территорий, организации мониторинга и др.

Начало 90-х годов характеризовалось еще активной деятельностью: в 1983 г. прошла Всесоюзная конференция «Современные проблемы лесной типологии» в г. Львов, а в 1985 г. опубликован сборник материалов по результатам ее работы. В сборнике обсуждаются проблемы объема лесотипологических единиц, вопросы классификации лесов и лесорастительного районирования, географические аспекты типологии, вопросы количественной оценки типов леса, вопросы лесной типологии и лесохозяйственной практики и др.

В 1990 г. вышел сборник «Региональные кадастры типов леса», где публикуются основные положения по составлению региональных кадастров типов леса как систематизированных по определенной программе перечней типов леса с унифицированными характеристиками. В этой же работе приводятся примеры составления кадастров для Северо-Запада России (В.Н. Федорчук), Подмоскovie (Л.П. Рысин), принципы описания географически замещающих типов леса (С.А. Дыренков) и др.

В 1991 г. в Днепропетровске проводится Всесоюзная конференция «Лесная типология в кадастровой оценке лесных ресурсов», где обсуждаются и развиваются идеи составления кадастров: уточнение объема и форм, использование в кадастрах таксонов разного ранга (Е.М. Фильрозе), отражение возрастных и восстановительных связей (Е.П. Смолоно-

гов), использование ландшафтного подхода (С.А. Ильинская), представление в кадастрах эталонных биогеоценозов (Л.П. Рысин, Л.И. Савельева и др.), особенности кадастров типов леса урбанизированных территорий (А.К. Ибрагимов и др.). В 1993 г. состоялось рабочее совещание секции лесной типологии Научного совета РАН по проблемам леса, где были обсуждены исследования по различным лесотипологическим проблемам (Савельева, 1993).

Одно из широко развиваемых направлений исследований — изучение лесотипологической структуры территорий на ландшафтной основе, которое представляет собой развитие идей взаимодействия биогеоценозов в пространстве. С.А. Ильинской (1980) было развито представление о ландшафтном комплексе типов леса на примерах зоны хвойно-широколиственных лесов. Приведены перечни типов леса и их характеристики для эрозионно-холмисто-моренного елово-широколиственного комплекса, для волнисто-моренного широколиственного елового, для моренно-флювиогляциального и древнеаллювиального соснового и сосново-елового, для долинных сосновых и широколиственно-сосновых комплексов с выделением парагенетических рядов (элювиальный, болотный и др.).

Особенно подробно такие исследования проведены для северной и средней тайги Карелии, где определена структура более тридцати типов ландшафтов, доля разных типов леса, их характеристики (Волков, 1997; Громцев, 1993, 2000; Волков, Громцев и др., 1990; Волков, Громцев и др., 1995). Подробная ландшафтно-типологическая изученность территории позволяет выполнить анализ разнообразия лесных сообществ, оценить их важность в природоохранном отношении с выделением лесных биогеоценозов и эталонов коренных лесов (Громцев, 2003).

Получены новые данные о типах леса отдельных регионов страны. Охарактеризованы притундровые леса основных ландшафтов Архангельской, Мурманской областей и Республики Коми: типологическая структура, характеристики основных типов леса и групп ассоциаций ельников кустарничково-лишайниковых горных, вороничных, черничных, приручейно-травяных, долгомошных и др. (Цветков, Семенов, Цветков И., 2002). Дана типологическая структура сосновых и еловых лесов Западной Карелии (Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993). Подробный анализ ассоциаций северо-западного региона дан В.И. Василевичем, Т.В. Бибиковой с коллегами (1996—2004) в серии работ в «Ботаническом журнале» для еловых, широколиственных и мелколиственных лесов. Описаны несколько ассоциаций дубрав поймы реки Волхов и мелколиственных лесов в Новгородской области (Ликсакова, 2003, 2004).

Большой вклад внесли в развитие лесной типологии работы С.А. Дыренкова: опыт применения методов математической статистики при вы-

делении и исследовании типов леса (1984), монография «Структура и динамика таежных ельников» (1984). В настоящее время обобщены результаты исследований в северо-западном регионе В.Н.Федорчуком, В.Ю. Нешатаевым и М.Л. Кузнецовой в монографии «Лесные экосистемы северо-западных районов России» (2005). Рассмотрены вопросы классификации и динамики лесов для Ленинградской, Псковской, Новгородской областей и Республики Карелия. Обсуждаются классификационные единицы: выделение групп лесных земель по прошлому использованию (естественные и осушенные); класс земель по потенциальной лесной формации (еловые, сосновые и др.) с учетом дренажа; фитоценотическая группа БГЦ (черничная, кисличная — всего 15 групп); эдафические группы (13 — пески, суглинки и др.); серии типов леса — совокупности лесных биогеоценозов со сходными условиями местообитаний — 29; типы леса по преобладающим породам; коренные, условно-коренные (устойчивые и производные) и короткопроизводные, вырубki и гари. Обсуждается связь выделяемых единиц с единицами флористической классификации.

Опубликована книга «Леса Республики Коми» (1999) с подробной характеристикой типов сосняков, лиственничников, еловых, кедровых, пихтовых лесов (В.А. Мартыненко) и лиственных лесов (С.В. Дегтева). Для южной и средней тайги Республики Коми охарактеризованы лиственные леса, типы леса березовых, осиновых и сероольховых формаций, основные черты динамики, разработаны основы организации особо охраняемых природных территорий для лиственных лесов (Дегтева, 2002). Выделены таежные эталоны Европейского Северо-Востока для республики Коми с характеристикой типов леса (Непомилуева, Лашенкова, 1993). Расширяет представление о разнообразии лесов и издание последних лет «Девственные леса Коми» (2005), где показаны малонарушенные лесные ландшафты. Типологический состав и разнообразие коренных еловых лесов дано в коллективной работе «Коренные еловые леса Севера», где описаны типы леса по зонам с таксационными характеристиками, данными по подросту, структуре древостоев, почвенными описаниями (Бобкова и др., 2006).

Получили дальнейшее развитие научные основы и методика лесотипологических исследований в рамках школы Б.П. Колесникова. Разработана многомерная система взаимосвязанных и соподчиненных показателей экотопов и растительности для антропогенных лесов Башкирии: структура рельефа, зональные комплексы типов леса, группы типов водного режима и типы местоположений — экватопы, флористические комплексы растительности и др. (Фильрозе, Рябчинский, Гладушко, Конашов, 1990).

Большой вклад в развитие теории лесной типологии и изучения типов внесли лесоводы и типологии Института лесоведения РАН (ранее Лаборатории лесоведения). Было разработано детальное лесорастительное районирование С.Ф. Курнаевым (1982) для областей Нечерноземного центра. В нем даны закономерности размещения формаций и типов леса для южной тайги, северной и южной полосы зоны смешанных лесов и подзоны теневых широколиственных лесов. Автором проведено разделение ельников и сосняков на субнеморальные и бореальные. В 1980 г. вышла книга С.Ф. Курнаева «Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала», где автор обосновывает целесообразность выделения среди широколиственных лесов двух категорий: теневых липовых лесов в лесной зоне и световых дубовых в степной. Для средней части Русской равнины выделяются и характеризуются типы леса трех формаций — чисто липовых, дубово-липовых и ясеневых-липовых, в Заволжье последние замещаются липняками с ильмом и кленом.

К.В. Зворыкиной, Ю.Д. Абатуровым и А.Ф. Ильющенко (1982) выделены и охарактеризованы типы березовых лесов центральной части южной тайги; рассматриваются группы типов леса березняков, производных от елово-сосновых и еловых лесов.

В 1985 г. Л.П. Рысин и Л.И. Савельева дали лесотипологическую характеристику лесных резерватов — особо охраняемых лесных территорий, организованных в Московской области, с учетом принадлежности их к физико-географическим районам, выделенным по Е.Д. Смирновой (1963). В работе дано также описание зональных, региональных и редких типов леса.

В 1991 г. опубликована работа А.Я. Орлова «Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге», где развиты идеи выделения лесотипологических единиц с учетом разных экологических рядов: выделены и охарактеризованы лесные биогеоценозы на суглинистых почвах (рамени) и на песчаных и супесчаных (боры и субори) с описанием экологических рядов атмосферного и проточного увлажнения. Дана лесоводственно-типологическая и экологическая характеристика более 20 групп типов леса.

В 1979-1993 гг. вышла серия книг, посвященная лесам ближнего Подмосковья, их типологическому разнообразию. Но каждая из этих работ внесла новые представления в теорию лесной типологии. Так, Л.П. Рысин (1979) предложил многомерную систему признаков для выделения лесорастительных условий и типов леса — коренных и производных. Таким образом подробно описаны леса для флювиогляциальных равнин, древнеаллювиальных равнин и речных террас, моренных равнин.

С.А. Ильинская с коллегами (1982) для лесов Западного Подмосковья использовала принципы выделения комплексов групп и типов леса зо-

нальных формаций, развила представление для них о жизненной форме биогеоценозов, эколого-фитоценотических группах растений. В работе по Южному Подмосквовью С.А. Ильинской с коллегами (1985) охарактеризован широколиственно-лесной комплекс формаций и обосновано выделение формаций дубрав: березовых дубрав на моренных равнинах, еловых дубрав в условиях холмистого и возвышенного рельефа, вязовых дубрав в долинных условиях с проявлениями карста.

С.П. Речан с коллегами (1993) развила представление о некоторых вопросах лесной типологии антропогенных лесов. Обсуждены категории естественности лесов, даны схемы возрастного развития лесов и соотношение объемов формаций и ассоциаций у разных авторов, а также соображения по возрастному развитию типов леса.

Ранее в 1981-1983 гг. опубликованы работы Г.А. Поляковой, Т.В. Малышевой и А.А. Флерова по антропогенному влиянию на сосновые и широколиственные леса Подмосквья. Разработаны признаки, индицирующие стадии дигрессии для почти 30 типов леса.

В 2000 г. Л.И. Савельевой опубликована характеристика типов хвойных лесов Подмосквья, построенная в рамках школы В.Н. Сукачева и проанализированная с применением понятий «циклов» В.С. Порфирьева; охарактеризовано 18 циклов и 60 типов леса.

В 2002 г. Л.П. Рысин и Л.И. Савельева опубликовали работу «Еловые леса России», где предпринята попытка подойти к созданию формационного кадастра еловых лесов. В этой же работе охарактеризован типологический статус видов еловых лесов. Обсуждены принципы составления формационных кадастров сосновых и еловых лесов: объем формации, причины лесотипологического разнообразия, редкие типы, кадастры как база для поиска особо ценных территорий (Савельева, 2006). Осуществляются наблюдения за динамикой сообществ разных типов леса на постоянных пробных площадях в Москве и Подмосквье, что позволяет глубже понимать типологическую структуру лесов (Маслов, 2000; Абатуров, Меланхолин, 2004; Савельева, 2004, 2006 и др.).

Проводятся лесотипологические работы в других регионах. Дана характеристика Брянского лесного массива по хозяйственным группам и типам леса, охарактеризовано 16 ландшафтов (Тихонов, 2001). Выполнено сравнительное описание типов леса и обзор типов леса, выделенных многими известными типологами и лесоведами, в Брянском лесном массиве на примере опытных лесничеств: характеристика 30 коренных типов леса и эталонных насаждений — сосняков, ельников, черноольшаников, березняков, дубняков, ясеневников (Тихонов, 2006).

Разработана типология елово-пихтовых и широколиственно-елово-пихтовых формаций Нижегородской области: выделены пихтарники

брусничные, кисличные, черничные, приручейно-травяные, пихтарники с дубравными элементами (Ненюков, 2001). Описано парцеллярное строение и внутриценотическая динамика ненарушенных пихто-ельников липовых (Широков, 1998). Для Нижегородского Поволжья описаны типы пойменных дубрав А.М. Невидомовым с коллегами (2000, 2002). Выделены три эколого-генетические ступени развития по местообитаниям поймы и соответствующие им типы леса. Обобщены типы леса и типы условий местопроизрастания Нижегородского Поволжья: состав, рельеф, почвы, подрост, подлесок, состав нижних ярусов, возобновление, производные насаждения, тип вырубки, способы рубок и восстановления для сосняков, ельников, дубрав, ольшаников, ивняков. Приведена структура, продуктивность и перечни типов леса южной части Приволжской возвышенности (Саратовская область) для разных условий местообитаний дубрав, сосняков, кленовых и липовых лесов, березняков и др. (Болдырев, 2006).

Получены новые данные по характеристике типов леса меловых боров лесостепной зоны на юге Русской равнины в Белгородской, Воронежской, Саратовской областях (Чернодубов, 1992, 1998). Меловые боры связаны с возвышенностями, с древними осадочными породами, где выделены основные типы леса — сосняк меловой сложный, меловой травяно-степной и меловой толокнянковый.

В.К. Поповым (2003) охарактеризованы типы березовых лесов центральной лесостепи России: коренные и производные березняки, возникшие на месте сосновых и дубовых лесов — зеленомошные, болотно-травяные, приручейно-травяные, сложные — 19 типов леса.

Опубликованы классификации тополевых, осоковых и пойменных дубовых лесов Волго-Ахтубинской поймы (Невидомов, 1993, 1995). Развиваются географо-генетические представления о типах леса с выделением типов лесорастительных условий и дигрессивных рядов на засоляющихся ранее почвах и рядов ксерофитизации на наименее плодородных почвах.

Расширяют представления о типологическом разнообразии лесов работы, публикующиеся в природоохранной литературе лесоведами и геоботаниками, не занимающимися специально лесотипологическими исследованиями и проблемами. Так, вышла «Зеленая книга Самарской области» (Саксонов и др., 2006). В ней включены сведения о распространении лесных сообществ, их экологическом ареале, фитоценотической характеристике. Выделены для охраны простые сосняки и сосняки с дубом и липой. В работе дан краткий очерк лесной растительности: сосновых лесов, дубовых, пойменных и байрачных по формациям и ассоциациям.

Необходимо особо отметить работы, касающиеся динамики лесной растительности и временного объема типов леса. Так, в работе С.Н. Сеннова (1984) развивается представление об изменениях типа леса как по внутренним причинам, так и под влиянием антропогенных факторов. Автором описана конвергенция за 50 лет сосняков зеленомошных и лишайниково-зеленомошных в сосняк брусничный; изменения в сосняках черничных, кисличных, ельниках.

С.П. Речан (1985, 1993) считает, что одному типу леса в связи с возрастными изменениями эдификатора соответствует несколько возрастных ассоциаций, для чего важно изучение этих ассоциаций, в том числе и флуктуационных изменений.

Подробно рассматривает эти вопросы В.С. Ипатов с коллегами в серии работ (1990—1998 гг.) на примере сосняка лишайниково-зеленомошного с выделением разных фаз сукцессий и переосмыслением временных лесотипологических единиц и разных фаз сукцессий, введением понятий стадий климакса (кульминации, разрушения и восстановления). Авторами приводится динамическая классификация сосново-еловых лесов на скалах и географическое варьирование сосняков лишайниково-зеленомошных на северо-западе России.

В.Н. Федорчук с коллегами (2005) динамические границы определяет совокупностью этапов сукцессионных и иных изменений биогеоценозов и считает важной задачей изучение степени устойчивости признаков ценозов.

Можно назвать ряд работ по динамической типологии леса, основоположником которой был И.С. Мелехов. В 1989 г. опубликован сборник «Динамическая типология леса»: рассмотрены вопросы динамической классификации лесных экосистем разных рангов и уровень хозяйственных решений (С.А. Дыренков); описания вырубок и начальных этапов растительности на месте среднетаежных ельников черничных (В.А. Аникеева); динамика сосновых лесов Унженской низменности (К.Д. Мухамедшин, В.И. Мальщук); сосняки Кольского полуострова и разные типы вырубок (В.Ф. Цветков) и др. Разрабатываются лесоводственно-географические аспекты типологии вырубок (Обыденников, Кожухов, 2000); уточняется типология и классификация растительности вырубок, проводится изучение динамики растительности и направление сукцессий (Уланова, 2006).

Необходимо отметить попытки поиска новых методических подходов к типологии и классификации лесов Европейской России. Л.Б. Заугольной и О.В. Морозовой (2006) предложена эколого-фитоценотическая классификация лесной растительности на доминантной основе. Проведено сравнение предложенных единиц с системой единиц Браун-Бланке на

примере лесов северной тайги. О.В. Смирновой с коллегами (2006) проведена типизация хорошо сохранившихся темнохвойных лесов республики Карелия, Республики Коми и Пермской области: разделение по географическому признаку, рельефу, доминантным и эколого-ценотическим группам с применением кластеризации и ординации, экологических характеристик. Описаны выделенные типы и дан анализ сукцессионного состояния по особенностям онтогенетической структуры, видовому разнообразию наличию окон, следов пожаров и др. Выделены сообщества разных типов и охарактеризованы как разные сукцессионные этапы.

Часть информации по лесотипологическому разнообразию лесов «рассыпана» в тезисах и материалах конференций, в краткой перечислительной форме, что не дает возможности включать их в анализ.

Школ и направлений в лесной типологии в прежнем понимании и объеме в настоящее время нет. Однако лесоводы и геоботаники Москвы, Петербурга, Петрозаводска, Архангельска, Н. Новгорода, Самары и др. в определенной мере продолжают пополнять лесотипологическую науку новыми знаниями.

Такие работы требуют координации особенно с учетом того, что осуществляются они не по лесотипологическим тематикам, а скорее по проблемам мониторинга, динамики, природоохранным исследованиям. Ощущается острый недостаток информации о современном состоянии растительного многообразия территорий. Таким же острым является и вопрос о подготовке специалистов по лесной типологии.

По-прежнему актуальна задача создания кадастров типов леса. Она трудно достижима, требует многостороннего анализа и многочисленных материалов. Но есть этапы для решения этой проблемы — составление перечня типов леса для включения материалов в кадастр, характеристики отдельных фрагментов, сбор подготовительных материалов. Это очень важные работы для нашего представления о разнообразии лесов на экосистемном уровне, которые могут решать и лесоводы, и геоботаники и специалисты в области охраны природы.

Список литературы:

- Абатуров Ю.Д., Зворыкина К.В., Ильющенко А.Ф. Типы березовых лесов центральной части южной тайги. М.: Наука, 1982. 156 с.
- Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмоскowie. Тула: Гриф и К, 2004. 336 с.
- Бибикова Т.В. Классификация осиновых лесов северо-запада России // Ботан. журн. 1998, Т. 83. № 3.С. 48-57.
- Бобкова К.С., Галенко Э.П., Загирова С.В., Сенькина С.Н., Тужилкина В.В. и др. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

- Болдырев В.А.* Структура и продуктивность лесов южной части Приволжской возвышенности // Лесоведение. 2006. № 6. С. 27—33.
- Василевич В.И.* Незаболоченные березовые леса северо-запада Европейской России // Ботан. журн. 1996. Т. 81. № 11. С. 1—13.
- Василевич В.И.* Заболоченные березовые леса северо-запада Европейской России // Ботан. журн. 1997. Т. 82. № 11. С. 19—29.
- Василевич В.И.* Сероольшатники Европейской России // Ботан. журн. 1998. Т. 83. С. 28—42.
- Василевич В.И.* Мелколиственные леса северо-запада Европейской России: циклы растительных ассоциаций // Ботан. журн. 2000. Т. 85. № 2. С. 46—53.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 1. Типы дубовых лесов. // Ботан. журн. 2001. Т. 86. № 7. С. 88—101.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 2. Типы липовых, кленовых, ясеневых и ильмовых лесов // Ботан. журн. 2002. Т. 87. № 2. С. 48.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Сфагновые ельники Европейской России // Ботан. Журн. 2004. № 5. Т. 89. С. 734—748.
- Волков А.Д.* Методологические основы изучения лесных ландшафтов // Лесоведение. 1997. № 3. С. 3—11.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н.* Экосистемы ландшафтов Запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н., Коломыцев В.А., Курхинен Ю.П., Лак Г.Ц., Пыжгин А.Ф., Сазонов С.В., Шелехов А.М.* Экосистемы ландшафтов Запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Громцев А.Н.* Оценка разнообразия лесных сообществ // Разнообразие биоты Карелии: Условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 49—45.
- Громцев А.Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных основных лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 160 с.
- Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 142 с.
- Громцев А.Н.* Современное состояние и проблемы сохранения коренных лесов на западе таежной зоны России // Лесоведение. 2002. № 2. С. 3—7.
- Девственные леса Коми: памятник Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО.* М.: ООО ИПЦ «Дизайн», 2005. 352 с.
- Динамика хвойных лесов Подмосковья.* М.: Наука, 2000. 222 с.
- Динамическая типология леса.* М.: Агропромиздат, 1989. 219 с.
- Дыренков С.А.* Опыт применения методов математической статистики при выделении и исследовании типов леса // Лесоведение. 1984. № 2. С. 20—27.
- Заугольнова Л.Б., Морозова О.В.* Типология и классификация лесов Европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение. 2006. № 1. С. 34—48.
- Ильинская С.А.* Ландшафтные комплексы типов леса // Лесоведение. 1980. № 4. С. 20—28.
- Ипатов В.С.* Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 10. С. 1380—1387.

- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Сухие сосновые леса на песках как один тип леса // Ботан. журн. 1991. 76, № 6. С. 818—830.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Кирикова Л.А., Самойлов Ю.И., Трофимец В.И.* Автогенные сукцессии в сосняке лишайниково-зеленомошном. 1. Фитоцено-тический анализ видового состава // Ботан. журн. 1995. № 9. Т. 80. С. 61—75.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Кирикова Л.А., Трофимец В.И.* П. Экотипическая система ассоциаций // Ботан. журн. 1996. Т. 81. № 8. С. 23—35.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Географическое варьирование типа леса: сосняк лишайниково-зеленомошный // Ботан. журн. 1997. Т. 82. № 4. С. 19—30.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Динамическая классификация сосново-еловых лесов на скалах // Ботан. журн. 1998. Т. 83. № 2. С. 13—24.
- Курнаев С.Ф. Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала. М.: Наука, 1980. 316 с.
- Леса Восточного Подмосковья. М.: Наука, 1979. 184 с.
- Леса Западного Подмосковья. М.: Наука, 1982. 236 с.
- Леса Республики Коми / Г.М. Козубов и др. М., 1999. 332 с.
- Леса Южного Подмосковья. М.: Наука, 1985. 280 с.
- Лесная типология в кадастровой оценке лесных ресурсов: Тезисы докладов Всесоюзной Конференции. Днепропетровск, Изд-во ДГУ, 1991. 156 с.
- Ликсакова Н.С.* Мелколиственные леса Чудовского района Новгородской области // Ботан. журн. 2004. Т. 89. № 8. С. 1319—1342.
- Маслов А.А.* Динамика сосняков и ельников на территории заповедных лесных участков // Динамика хвойных лесов Подмосковья. М.: Наука, 2000. С. 67—85.
- Невидомов А.М.* Генетическая классификация тополевых и ветловых лесов Волго-Ахтубинской поймы // Лесоведение. 1993. № 5. С. 40—47.
- Невидомов А.М.* Типологическая классификация пойменных дубовых лесов на юго-восточной границе ареала дуба черешчатого // Лесоведение. 1995. № 4. С. 74—86.
- Невидомов А.М., Невидомова — Малаха Е.В., Ненюков С.О.* Типы пойменных дубрав нижнего течения р. Оки // Лесной журнал. 2000. № 2. С. 22—30.
- Невидомов А.М., Невидомова — Малаха Е.В.* Ассоциации пойменных дубрав Нижегородского Поволжья // Лесной журнал. 2002. № 2. С. 7—16.
- Ненюков С.О.* Оценка состояния и перспективы развития елово-пихтовых и широколиственно-елово-пихтовых лесов Нижегородского Заволжья. Автореф. канд. дисс. Йошкар-Ола, 2001. 24 с.
- Непомилуева Н.Н., Лащенкова А.Н.* Таежные эталоны Европейского северо-востока (охраняемые территории и генетические резерваты). Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1993. 148 с.
- Носова Л.М., Зимин М.В., Клеопова Н.Ю., Зукерт Н.В., Тихонова Е.В.* География и экология кисличных групп типов леса // Лесоведение. 2003. № 1. С. 21—28.
- Обыденников В.И., Кожухов Н.И.* Лесоводственно-географические аспекты типологии вырубок // Лесной журнал. 2000. № 4. С. 135—142.
- Орлов А.Я.* Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге. М.: Наука, 1991. 104 с.
- Петухов Н.В., Невидомов А.М.* Современный этап применения лесной типологии в лесоустройстве и его первоочередные задачи // Лесной журнал. 2005. № 3. С. 42—58.

- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосковья. М.: Наука, 1981. 143 с.
- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосковья. М.: Наука, 1983. 120 с.
- Попов В.К. Березовые леса Центральной лесостепи России. Воронеж: Изд-во Воронеж. Гос. ун-та, 2003. 424 с.
- Региональные кадастры типов леса. М.: Наука, 1990. 137 с.
- Речан С.П., Малышева Т.В., Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Леса Северного Подмосковья. М., 1993. 314 с.
- Рысин Л.П. Лесная типология в СССР. М.: Наука, 1982. 216 с.
- Рысин Л.П. Тип экосистемы как элементарная единица в оценке биоразнообразия на экосистемном уровне // Экология. 1995. № 4. С. 259-262.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Лесные заповедные участки. М.: Агропромиздат, 1985. 168 с.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Биологическое разнообразие и лесная типология // Лесоведение. 2005. № 4. С. 31-39.
- Савельева Л.И. Сопоставление по лесной типологии // Лесоведение. 1994. № 2. С. 90—91.
- Савельева Л.И. Устойчивость лесных сообществ к рекреации // Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. С.38-73.
- Савельева Л.И. Толерантность лиственных лесов в условиях рекреационного природопользования // Динамика и устойчивость рекреационных лесов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 66-99.
- Савельева Л.И. Сохранение биоразнообразия и лесотипологические кадастры // Лесоведение. 2006. № 6. С. 12-19.
- Саксонов С.В., Лысенко Т.М. и др. Зеленая книга Самарской области: редкие и охраняемые растительные сообщества. Самара: СамНИЦ, 2006. 201 с.
- Сенов С.Н. Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 128 с.
- Смирнова Е.Д. Физико-географическое районирование Московской области // Землеведение. 1963. Вып. 6. С. 82-90.
- Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи современной биологии. 2006. Т. 126. № 1. С. 26—48.
- Современные проблемы лесной типологии. М.: Наука, 1985. 143 с.
- Тихонов А.С. Брянский лесной массив. Брянск: Читай-город, 2001. 311 с.
- Тихонов А.С. Брянское опытное лесничество: 1906-2006. Калуга: ИПЦ «Гриф», 2006. 280 с.
- Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельнике южной тайги (на примере Европейской части России). Автореф. докт. дисс. М., 2006. 46 с.
- Федорчук В.Н., Нешатаев В.Ю., Кузнецова М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб., 2005. 382 с.
- Фильрозе Е.М., Рябчинский А.Е., Гладушко Г.М., Конашов А.В. Экология лесов Западной Башкирии. Свердловск: УрО РАН СССР. 1990. 200 с.

- Цветков В.Ф., Семенов Б.А., Цветков И.В.* Старовозрастные притундровые леса Европейской части России // Лесоведение. 2002. № 5. С. 12—17.
- Чернодубов А.И.* Современное состояние «меловых боров» // Лесоведение, 1992. № 6. С. 78—80.
- Чернодубов А.И.* Сосна обыкновенная в островных борах Юга Русской равнины. Воронеж: ВПедГУ, 1998. 68 с.
- Широков А.И.* Экологические особенности, внутривидовая структура и динамика пихтово-ельников липовых в условиях южной тайги низменного Заволжья. Автореф. канд. дисс. Н. Новгород, 1998. 19 с.
- Юрковская Т.К., Паянская-Гвоздева И.И.* Широтная дифференциация растительности вдоль Российско-Финляндской границы // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 12. 72 с.

СТРУКТУРА МИКОЦЕНОЗОВ УСТОЙЧИВЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

В.Г. Стороженко

*Институт лесоведения РАН,
143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское
lesoved@mail.ru*

Длительная антропогенная эксплуатация лесных экосистем и выработавшееся с самого начала их использования потребительское к ним отношение наделили многие их природные качества антропоцентрическим содержанием, во многих случаях исказив эволюционный смысл связей и динамических процессов в формировании и распаде лесов. Особенно это стало заметно в последнее время, когда в поисках путей повышения экологического значения лесов стали возвращаться к истокам русской лесной науки и учениям наших великих предшественников Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачева и других. Именно тогда, на заре русской лесной науки, еще не закрепощенной политическими и экономическими шорами, родились и оформились основы понятий устойчивости (Морозов, 1928), «выработанности» лесов (Сукачев, 1918, 1928), климакса (Клементс, 1916). Именно в этот плодотворный для лесной науки период были выдвинуты, обоснованы и приняты лесным сообществом направления, на которых построена вся современная лесная наука — фитоценологии и биогеоценологии, сукцессионной динамики и типологии лесов. Лесная фитопатология и микология, развиваясь в общем русле лесной биогеоценологии, тем не менее значительно отставала в понимании того значения, которое имеют грибные сообщества в системе лесного биогеоценоза. Определенное В.Н. Сукачевым равноправное с фитоценозом место микоценоза в иерархической структуре биогеоценоза многими почему-то было отвергнуто как малозначительное. И в настоящее время многие ученые продолжают отстаивать, на наш взгляд, давно устаревшее, некорректное и ошибочное мнение о невозможности выделения в составе биогеоценоза других ценотических структур — микоценоза и зооценоза, принимая, однако, фитоценоз.

Между тем грибное сообщество по макротаксономическим характеристикам строения филемы органического мира (Кусакин, Дроздов, 1994, 1998 и др.), по анатомическим, морфологическим и функциональным параметрам структуры (Стороженко и др., 1992), по эволюционным задачам (Бондарцева, 2000, 2004; Мухин и др., 1993, 2000; Стороженко, 2000, 2005а, 2005б) рассматривается именно как ценотическая структура в составе биогеоценоза. И это положение вполне доказывает-

ся закономерностями поведения грибов в динамических процессах лесных биогеоценозов. Такие закономерности раскрываются при анализе коадаптационных связей эволюционно развивающихся девственных лесов. В свою очередь раскрытие этих закономерностей объясняет многие особенности поведения грибов в лесах других структур, возникновение грибных эпифитотий в лесах другого происхождения, причиняющих значительный урон лесному хозяйству, параметры микоценозов в лесах разного назначения, что при их практическом принятии может направить усилия лесоводов по верному пути при формировании устойчивых лесных сообществ.

Таким образом, базовой основой для изучения закономерностей формирования структур микоценозов в лесах различного происхождения, формационного состава и строения являются, по нашему убеждению, эволюционно развивающиеся, девственные коренные лесные сообщества различных динамических характеристик. Именно такие леса признаются наиболее устойчивыми к различным неблагоприятным эндогенным воздействиям. В формулировке Г.Ф. Морозова (1928) это сложное сообщество с оптимальным набором биосоциальных кругов — «тем сообщество лесное будет совершеннее, чем оно в большей степени использует всю географическую обстановку..., чем больше точек соприкосновения между членами одного сообщества, чем многообразнее их взаимные отношения, тем устойчивее такое сообщество в биологическом отношении, тем более обеспечено возобновление такого леса и тем легче он залечивает раны, причиняемые человеком или разными стихийными бедствиями, как, например, пожарами или нападением насекомых..., чем больше биосоциальных кругов входит в состав сообщества, взаимно влияя друг на друга, тем лесное сообщество будет более устойчиво». В формулировке В.Н. Сукачева (1918) это наиболее «выработанные» сообщества — «сообщество растений, представляя собой определенную систему отношений, выработавшуюся в течение веков, обладает известной устойчивостью, которая выражается в том, что сообщество сохраняет свой состав и строй в течение продолжительного времени... Эта устойчивость обусловлена способностью сообщества к самовозобновлению». В формулировке Ф. Клементса (1916) — это климаксовые сообщества. В дословном переводе — это «конечный этап смен растительности, продолжающийся в определенном ареале до тех пор, пока климат остается неизменным. Смена растительности, ведущая к конечному этапу, является приспособлением к изменяющимся условиям, а сам климакс соответствует условию относительной стабильности». Формулировки остальных авторов с разными вариациями повторяют или детализируют определения вышеприведенных основоположников.

Другим необходимым условием изучения закономерностей формирования структур устойчивых лесов является зональная масштабность исследований, проводимых по единым методикам. Только в сравнительной оценке процессов формирования структур фитоценозов и микоценозов возможно обнаружить и описать эволюционно сложившиеся консортивные связи, присущие в одинаковой степени лесам различных зон растительности и лесным формациям. Руководствуясь этими соображениями, мы осуществляем свои исследования в избранном направлении.

Краткая методика исследований

Исследования проводились в разновозрастных, не затронутых антропогенным воздействием, в таежной зоне преимущественно девственных лесах коренных формаций всех зон растительности — от зоны лесостепи до северной подзоны тайги. Основными районами сбора информации служили: в зоне лесостепи — коренные древостои с преобладанием дуба в Хоперском заповеднике и Теллермановском лесничестве Института лесоведения РАН и разновозрастные сосняки Хреновского лесхоз-техникума в Воронежской области; в зоне лиственных лесов — коренные широколиственные леса из липы, ясеня, клена, дуба, вяза Тульских засек в Тульской и Калужской областях; в зоне смешанных лесов и на границе смешанных лесов и подзоны южной тайги — еловые, сосновые, и смешанные с лиственными породами леса Московской и Тверской областей и девственные разновозрастные леса Центрально-лесного биосферного государственного заповедника (ЦЛБГЗ); в подзоне южной тайги — девственные древостои резервата Кологривский лес; в подзоне средней тайги — девственные ельники резервата «Вепсский лес» и сосняки резервата «Ащозерский» в Ленинградской области, девственные же сосняки и ельники национального парка «Водлозерский» в Карелии (южная часть) и Печоро-Илычского заповедника (Коми); в подзоне северной тайги — ельники Кандалакшского лесхоза Мурманской обл., ельники и сосняки национального парка «Пааноярви» (Карелия) и Архангельской области, ельники Усть-Цилемского лесхоза и национального парка «Югыд-Ва» Коми.

Таким образом, создана сеть объектов, охватывающая основные коренные формации лесов по зонам растительности. В каждом пункте наблюдений закладывались серии постоянных и временных пробных площадей, на которых проводился цикл исследований, включающий в себя следующий состав работ: перечет деревьев по категориям состояния по шкале, изложенной в «Санитарных правилах в лесах Российской Федерации» (1992) с фиксацией всех фаутов деревьев; нумерация деревьев и картирование их расположения на площади выделенного участка (пробной площади), величины пробных площадей варьировали: постоянных — от

0,2 до 0,6 га.; временных — от 0,01 до 0,25 га.; лесоводственно-таксационное описание древостоя; бурение всех деревьев возрастным буром Пресслера, начиная с диаметра 6 см. и выше, определение диаметров и возрастов деревьев по кернам; определение средних высот деревьев каждого яруса древостоя по валежным стволам; описание подроста разного качества и подсчет его количества на пробной площади; определение наличия и типа гнилей (коррозионные или деструктивные) по кернам бурения; определение видов биотрофных дереворазрушающих грибов возбудителей гнилей, если это было возможно в полевых условиях или отбор образцов гнилей для последующего выращивания чистых культур этих грибов и их идентификации по определителям чистых культур и собственным, пока не опубликованным данным; картирование и описание древесного опада с разделением его по стадиям разложения, с применением разработанной нами методики (Стороженко, 1990); определение видов и встречаемости дереворазрушающих грибов комплекса ксилотрофов на валеже. Всего было заложено более 500 постоянных и временных пробных площадей. Проведенные исследования позволили описать структуры фитоценозов, динамику их развития, положение в сукцессионном ряду, видовой состав, встречаемость и структуру комплексов биотрофов на живых деревьях и ксилотрофов на валеже, определить динамику накопления и разложения древесного опада. В совокупности эти исследования и позволяют выявить и описать искомые закономерности.

Основные результаты исследований

Если при поисках критериев устойчивости лесов принимать постулат о том, что в наибольшей степени этим качеством обладают коренные леса естественного происхождения различных динамических характеристик, то прежде всего необходимо изучить структуры фитоценозов, как автотрофной составляющей таких лесных сообществ, и на этой основе рассматривать структуры других ценологических структур, входящих в биогеоценоз. С помощью приведенных выше методик это было сделано.

Итак, ниже приводится набор лесоводственных критериев, выделенных нами, (но, естественно, далеко не всех вообще), по которым мы можем отнести лесные сообщества к устойчивым.

1. Соответствие состава лесного биогеоценоза условиям произрастания, коренному экотопу, то есть климату, геоморфологии местности, почвенным условиям (в понимании Braun-Blanquet, 1964).

2. Оптимальный по отношению к экотопу породный состав фитоценоза по всем биогоризонтам.

3. Сложность структурного строения фитоценоза: непрерывный возрастной ряд в возрастной структуре древостоя от последнего поколения

(подрост) до первого поколения (деревья предельного возраста для конкретных условий); соизмеримые величины объемов деревьев в возрастных поколениях; мозаичное или групповое размещение деревьев, относящихся к одному возрастному поколению, по площади биогеоценоза (мозаики возрастных поколений), что обеспечивает постоянную занятость площади биогеоценоза и поддерживает его разновозрастную структуру; присутствие и достаточное количество естественного возобновления коренных и сопутствующих пород разного возраста.

4. Соизмеримые по зонам растительности и формациям показатели состояния древостоев с некоторым ухудшением средних показателей к северным лесам и сообществам дигрессивных фаз динамики;

5. Обязательное присутствие определенного количества древесного опада разных стадий разложения. Причем, соотношения запасов древостоев с объемами древесного опада в биогеоценозах сравнимы по зонам растительности, а относительные величины объемов древесного опада, представляющие собой отношения объемов древесного опада к запасам древостоев и соответственно выделяемого при его разложении углерода, соизмеримы во всех зонах растительности. Колебания этих величин зависят только от фазы динамики биогеоценозов.

Изучение закономерностей формирования параметров грибной биоты, а в нашем случае комплексов дереворазрушающих грибов, устойчивых лесов в зонально-формационном аспекте позволило, во-первых, определить фактические количественные (закономерности распределения пораженности древостоев и объемные показатели гнилевого поражения древостоев) и качественные параметры (состав видов дереворазрушающих грибов, структуру и соотношение гнилей в лесах различных динамических структур) участия этой группы грибов в структурах устойчивых лесов; во-вторых, на этой основе сформулировать основные положения эволюционных функциональных задач грибной биоты в процессах формирования лесных сообществ различного происхождения, структурных характеристик и состояния.

В результате изучения коэволюционной динамики развития фито- и микоценозов устойчивых лесов определились следующие закономерности и функциональные особенности грибной биоты лесных сообществ.

1. Грибная биота — ценотическая структура лесного сообщества, обладающая морфологическим, экологическим и функциональным строением наряду с фитоценозом и формирующаяся вместе с ним по определенным законам совместной динамики развития.

2. Устойчивость растительного сообщества непосредственно связана со структурным строением микоценоза. Чем сложнее структурное строение биогеоценоза, чем многообразнее его функциональное строение, тем

сложнее и разнообразнее (в пределах оптимальности) по видовому и функциональному составу микоценоз и тем устойчивее это растительное сообщество.

3. Количественные параметры пораженности устойчивых лесных сообществ дереворазрушающими грибами имеют вполне определенные параметры, напрямую связанные с формационным составом, лесорастительной зоной, характеристиками экотопа, лесоводственными и динамическими показателями древостоев.

4. В устойчивых коренных лесах видовой состав грибов дереворазрушающего биотрофного комплекса сбалансирован по соотношению видов различной пищевой специализации. Общей для всех лесов закономерностью качественных характеристик комплексов биотрофных дереворазрушающих грибов явилось стремление к балансу возбудителей, вызывающих деструктивные и коррозионные гнили в древостоях климаксовых фаз динамики, то есть к I. С продвижением в область демутации или депрессии этот баланс нарушается в сторону преобладания количества деревьев, пораженных одним или несколькими видами грибов, вызывающих коррозионные или деструктивные гнили. При увеличении доли деревьев с коррозионными гнилями в фазах демутации видовой состав возбудителей, вызывающих эти гнили, как правило, состоит из нескольких видов с преобладанием наиболее активных. С углублением в фазу депрессии возрастает не только количество деревьев с присутствием деструктивных гнилей, но и общий видовой состав различных биотрофных дереворазрушающих грибов, во многих случаях с преобладанием возбудителей, вызывающих деструктивные гнили.

5. В коренных устойчивых разновозрастных лесах деревья, пораженные дереворазрушающими биотрофными грибами, независимо от величины общего поражения древостоя, относительно равномерно распределяются по площади сообщества. Очагового поражения древостоев и активизации распространения какого-то одного вида биотрофа в таких лесах нет.

Виды биотрофов, обладающих способностью к увеличению патогенности и агрессивности и как результат к очаговому распространению, не могут использовать эту способность и присутствуют в биогеоценозе как рядовые биотрофы, находясь в составе других дереворазрушителей биотрофного поля биогеоценоза.

6. В составе ксилотрофного комплекса дереворазрушающих грибов присутствует большая группа видов, проявляющих антагонистические свойства разной степени активности к патогенным видам биотрофов, в определённой степени осуществляющих контроль за их распространением по площади лесных сообществ в микогоризонтах подстилочного, корневого, комлевого и стволового слоёв микоценоза.

7. В целом, сбалансированный по видовому составу и пищевой специализации микоценоз устойчивых коренных лесов, в том числе комплексы дереворазрушающих грибов биотрофной и ксилотрофной групп, соответствует динамическим характеристикам биогеоценозов, имеет вполне определенную структуру и иерархическую подчиненность видов, осуществляя контроль за текущим отпадом нужного количества деревьев из состава древостоя.

На основе определенных закономерностей формирования грибной биоты девственных лесов в сравнительной оценке с лесами других структур и происхождения выдвинут ряд положений функционального участия грибной биоты в генезисе лесных сообществ. К таким положениям относятся следующие.

- Грибы, как гетеротрофная составляющая лесного биогеоценоза, выполняют основную, возложенную на них эволюцией природных экосистем, функцию утилизации отмирающей в результате их жизнедеятельности биомассы, поддерживая в конечном счете баланс вещества и энергии в лесных сообществах.

- Эта основная функция имеет закономерно сопровождающую её функцию деструкции строго определенной части автотрофов путем их поражения и отпада из состава фитоценозов.

- В свою очередь этот процесс сопровождается зеркально противоположной функцией формирования оптимальных структур фитоценозов для выстраивания в процессе сукцессионной динамики наиболее устойчивого лесного сообщества.

- Эти функции определяют грибную биоту как эндогенный, выработанный эволюцией регуляционный механизм, позволяющий двигаться лесному сообществу к состоянию наибольшей сбалансированности ценологических структур и связей. Добавим, однако, что это не единственный, но необходимый механизм, формирования структур биогеоценозов.

- Эти функции обеспечиваются многообразием коадаптационных связей автотрофов и отдельных видов грибов (от симбиотизма до облигатного сапрофитизма) и во многих случаях возможностью изменения этих свойств в зависимости от особенностей развития биогеоценозов.

Таким образом, анализ показателей участия грибов в динамике развития фитоценозов устойчивых лесов, выявленные закономерности их формирования и определенные на этой основе положения функционального участия грибной биоты в генезисе лесных сообществ позволили обосновать новое направление в лесной биогеоценологии — лесную микоценологию. Лесная микоценология — это отрасль лесной биогеоценологии, изучающая и объясняющая структурные особенности, закономерности функционирования и формирования микоценозов и комплексов грибов в лесных биогеоценозах.

Если суммировать перечисленные выше (далеко не все существующие в лесных биогеоценозах) критерии, определяющие устойчивое лесное сообщество, можно сформулировать итоговый вывод о том, что устойчивое лесное сообщество — это сообщество, в котором потоки вещества и энергии сбалансированы в консорциях и консортивных цепях, объединяющих все его ценоотические структуры, как автотрофов, так и гетеротрофов.

Литература

- Бондарцева М.А.* Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 9—25.
- Бондарцева М.А.* Адаптация к субстрату как один из факторов эволюции афиллофороидных грибов // Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 2. М.-Петрозаводск, 2004. С. 9—21.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. Ч. 1. СПб., 1994. 281 с.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. СПб., 1998. 358 с.
- Морозов Г.Ф.* Учение о лесе. М.-Л.: Госиздат, 1928. 440 с.
- Мухин В.А.* Экологические закономерности формирования и структуры биоты ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Автореф. дисс. ... доктора биол. наук. М., 1990. 32 с.
- Мухин В.А.* Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, Наука, 1993. 231 с.
- Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 1992. 18 с.
- Стороженко В.Г.* Датировка разложения валежа ели // Экология. 1990. № 6. С. 66—69.
- Стороженко В.Г., Бондарцева М.А., Соловьев В.А., Крутов В.И.* Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.
- Стороженко В.Г.* Стратегии и функции грибных сообществ лесных экосистем // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 37—42.
- Стороженко В.Г.* Понятия «больного» и «здорового» лесного сообщества // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 6-ой межд. конф. М.-Петрозаводск, 2005а. С. 311-316.
- Стороженко В.Г.* Разделение лесов по грациям устойчивости. Методика и эксперимент // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 6-ой межд. конф. М.-Петрозаводск, 2005б. С. 317—329.
- Сукачев В.Н.* О терминологии в учении о растительных сообществах // Журнал Русск. Ботан. общ. 1918. Т. 2. Т. 1-2. С. 1—19.
- Сукачев В.Н.* Растительные сообщества. (Введение в фитосоциологию) // М.-Л., Книга, 1928. 232 с.
- Clements F.E.* Plant succession. An analysis of the development of vegetation. Wash. (D.C.) Carnegie Inst. 1916. 242 p.
- Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. 3. Wien-N.Y. Springer, 1964. 865 p.

ВОПРОСЫ ПРИТУНДРОВОГО ЛЕСОВОДСТВА

В.Ф. Цветков

*Архангельский государственный технический университет
163002, Архангельск, Наб. С. Двины, 17.
lesovod@agtu.ru*

Произошедшие в России в постсоветское время крутые геополитические перемены изменили многие стороны экономики и природопользования в стране. Россияне все явственней осознают себя по-настоящему северным этносом. Приходится пересматривать многие вопросы жизненной стратегии страны. В обществе крепнет убеждение, что экономика России будет «прирастать» не только Сибирью, но и Севером.

Одним из значимых природных ресурсов Крайнего Севера России являются пространства притундровых лесов — полоса специфических ландшафтов, протянувшихся по северному «фасаду» страны. Это своеобразное природное явление, где в составе природных комплексов тундр, горно-тундровых образований и болот преобладающими оказываются различные экосистемы лесной растительности (см. схему).

Лесные земли здесь представлены несколькими типами таксонов, рядом групп и классов географических формаций (Ю.Д. Цинзерлинг, Б.Н. Городков, Б.А. Тихомиров, В.Б. Сочава, И.С. Ильина, Ю.П. Пармузин, Б.Н. Норин, А.П. Абаимов др.). Доминирующими являются совокупности собственно лесных образований, представленных в виде массивов мелколесий и среднелесий, распространенных как компактными обширными массивами, так и в виде лесных островов разных размеров и полос по долинам рек и межгорий (Предтундровые леса..., 1998). Представлены также редколесья верховых, переходных болот и предгорий, острова и полосы криволесий, экосистем кустарниковых и стланиковых классов формаций. Среди нелесных земель большое место занимают болота, тундры, гольцы и подгольцовые комплексы. Характерно, что только тундры в этом списке представляют явление подлинно зональное (географическое), в то время как остальные с позиций географии структурно весьма разнообразны.

Вследствие слабой изученности ландшафтов притундровой зоны (подзоны), пока нет четких представлений о территориальных параметрах и географическом статусе этого природного образования. Во всяком случае, полоса притундровых лесов климатозащитного назначения, выделенная в качестве специальной хозчасти по северной границе таежных пространств Государственного Лесного Фонда страны, составляет не более половины территорий, рассматриваемых многими учеными в виде специ-

фической притундровой подзоны тайги. Характеристики лесов этой хозяйства по материалам аэротаксации и частично — наземной инвентаризации, в основном и представляют в официальных источниках подзону (зону) притундровых лесов. Понятно, что эти характеристики далеко не полно отражает существо природно-территориального комплекса, именуемого «притундровыми лесами» (Цветков, 1989).

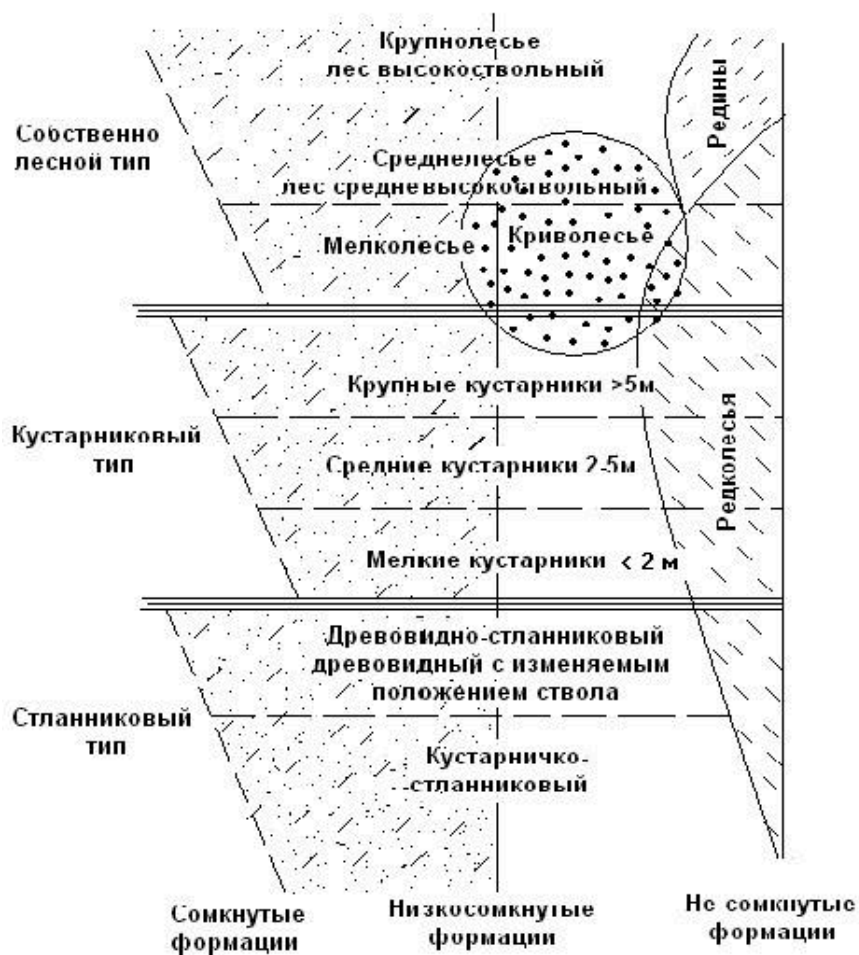


Рис. Формационно-габитуальная структура лесной растительности притундровой зоны (схема)

Помимо упомянутых пространств в географическое (геоботаническое) понятие «лесотундра», как известно, входит много земель, на которых лесная растительность также играет если не определяющую, то весьма значимую роль. На 35—45 % этих пространств биологический потенциал земель с преобладанием лесной растительности определяется как раз структурой и состоянием разных классов формаций лесной растительности.

Таблица 1

Структура земель притундровой защитной полосы европейской части России

Лесорастительная область	Общая площ., млн. га	Лесная площадь, %			Нелесная площадь, %					Итого
		лесная	не покрытая лесом	всего	воды	болота	тундры	прочие	всего	
Кольская	4,6	43,2	0,3	43,5	6,1	37,0	13,0	0,4	56,5	100
Восточноевропейская	16,8	45,0	1,1	46,1	2,1	27,3	21,4	3,1	53,9	100
Всего	21,4	44,6	0,9	45,5	3,0	29,4	19,6	2,5	54,5	100

К притундровым лесам целесообразно относить территории с представленностью в ландшафте лесных экосистем (включая редколесья, криволесья, кустарники и стланики) не ниже 35%. Исходим из того, что основными ландшафтоформирующими типами экосистем на пространствах зоны являются лесные, тундровые и болотные. Причем, на долю последних, как явления аazonального, почти повсеместно приходится не менее 30%.

Представления о структуре природно-территориальных комплексов, включенных в лесной фонд и не вошедших в него на примере Кольской лесорастительной области дают материалы таблицы 2.

Если в полосе притундровых лесов климатозащитного назначения (хозчасть бывшего Лесного Фонда) собственно леса, определяющие лесистость территории, занимают 39%, то за пределами хозчасти — 18%. Существенные различия в представленности не лесных земель. На них приходится: 30 и 45%, соответственно. По структуре других категорий лесных, также как и нелесных земель различия не существенны.

По представлениям биогеоценологов, геоботаников, притундровые леса — это своеобразный биом, эволюционно сформировавшийся на пространствах неустойчивого контакта природных комплексов тайги и тундры. Биогеографически и функционально это образование является специфическим экотонном — природным образованием переходного и интеграционно-дифференцирующего типа. Для экотона, согласно Д.И. Люри (1987), характерны барьерные (фильтрующе-дифференцирующие и одновременно — экогенети-

чески трансформирующие функции и свойства). С одной стороны, любой экотон, в т.ч. масштаба природной зоны, служит барьером, своеобразной мембраной на путях миграции живой материи по градиенту теплообеспеченности (свойственных всему живому). С другой стороны, часть мигрирующих в широтном направлении видов беспрепятственно проходит этот фильтр, но приобретает при этом новые свойства, позволяющие завоевывать в экосистемах более высоких широт устойчивые позиции. Часть же видов «уходит» бесследно, не преодолев барьера, часть, адаптируясь, остается в составе экосистем лесотундры, обогащает их биогеоценотическую структуру.

Таблица 2

Формационная структура земель лесного фонда на территориях притундровой зоны в пределах Кольской лесорастительной области, %

Лесистость территории по инвентаризации	Категории земель, являющихся лесными с позиций автора				Не лесная площадь	Категории земель нелесной площади	
	собственно лес	заболоченные редины	горные редколесья, криволесья	кустарники			
на землях Гослесфонда							
39	39	17	7	7	30	болота	40
						горн. тундры	23
						тундра	13
						гольцы	17
						воды	7
						итого	100
не вошедшие в Гослесфонд							
18	18	19	8	10	45	болота	38
						горная тундра	20
						тундра	19
						гольцы	15
						воды	8
						итого	100
по провинции в целом							
29	28	13	8	8	38	болота	39
						горн. тундры	21
						тундра	16
						гольцы	16
						воды	8
						итого	100

Структура и свойства лесных экосистем притундровой зоны отличаются рядом специфических черт. Прежде всего, на пространствах зоны оказывается весьма разнообразной ландшафтно-формационная структура

земель. Большое разнообразие вносит разработанность рельефа, наличие обширных горных стран и провинций.

Несмотря на известную бедность набора составляющих лесные ландшафты элементов, лесные экосистемы притундровой зоны довольно разнообразны. Разнообразие вносят прежде всего, выраженная детерминация главных свойств лесных образований условиями рельефа, тяготение к островному или полосному проявлению лесных экосистем в пространстве, усиливающееся в широтном направлении.

Определенную специфику лесам придает пониженная сомкнутость, вполне оправдывающая географические особенности дифференциации этих природных образований («редколесья», «осветленные леса», «низкосомкнутые леса» (А.И. Толмачев, Б.Н. Тихомиров, А.П. Шенников, В.Н. Андреев, Б.Н. Норин, О.Н. Мироненко и др.). Отметим, что последняя особенность существенно затушевывается особенностями структуры насаждений производных генераций, которые в южной части зоны по внешнему облику и структуре элементов близки к типичным северотаежным экосистемам.

Большинство исследователей указывают на такую особенность притундровых лесов, как выраженная разновозрастность древостоев в насаждениях коренного типа (В.Н. Валяев, Б.А. Семенов, С.В. Ярославцев, В.Г. Чертовской). Последняя проявляется в усилении признаков разновозрастности не только в фитоценозах темнохвойных, но и светлехвойных формаций. Все сказанное убеждает в рассмотрении лесохозяйственного производства на землях Крайнего Севера на уровне географического варианта лесопользования.

На Кольском полуострове леса сложены сосной, елью и березой. Средний класс возраста древостоев на землях Гослесфонда VII.6, класс бонитета Va, полнота 0.45. К востоку от Белого моря леса характеризуются большим набором лесобразующих пород. Здесь появляются лиственничники; шире представлены осинники, ольшаники, ивняки. Однако, доля площадей с лесами трех последних пород не достигает 0,1...0,6% общей площади. Древостои высоковозрастны (средний класс возраста VIII.0); продуктивность (средний класс бонитета V.6) и полнота (в среднем 0.51) несколько выше, чем в притундровых лесах Кольской лесорастительной области.

Типологические комплексы на территории притундровой зоны по сравнению с тайгой характеризуются в целом не меньшим разнообразием. Связано это со сложностями орографии, с пересеченным, а иногда — гористым рельефом. Типологические, пространственно-формационные и структурно — таксономические закономерности лесного покрова пространств притундровой зоны могут быть отражены в виде нескольких

«срезов». Самостоятельные подходы образуют формационно — таксономическая систематизация и ландшафтно-топологическое упорядочение лесных земель. Отдельную систему участков лесной растительности образует биогеоценотическая иерархия экосистем по географическим районам провинций.

Так же, как и в условиях собственно тайги, типы леса образуют пространственные комплексы нескольких видов:

1. катены — экологически сопряженных последовательных рядов типов леса взаимосвязанных постепенными переходами, преимущественно одной формации преобладающих пород;

2. свиты (семейства) типов леса: коренных и сопровождающих их «шлейфов» производных типов БГЦ;

3. контуры разнообразных наборов самых разных сочетаний коренных и производных типов леса различных формаций преобладающих пород.

Большое разнообразие в типологические комплексы вносят включения в массивы леса не лесных участков (болот, тундр, гольцов), а также экосистем переходных классов формаций и их сочетаний (мелколесья, среднелесья, редколесья и т.п.).

Комплексы типа катен наиболее свойственны ландшафтам возвышенных равнин или невысоких возвышенностей, водораздельным пространствам. Типологические комплексы в виде семейств (свит) чаще распространены в районах с освоенными лесами, на территориях, пройденных рубками и пожарами. Обычно это леса, тяготеющие к транспортным путям, к рекам, к населенным пунктам. Распространенность комплексов третьего вида не имеет закономерной детерминации ни лесорастительными почвенно-гидрологическими условиями, ни формационной структурой растительности. Решающее значение имеет здесь условия рельефа и геологическая история

В полном соответствии с представлениями о географизме типов леса ландшафты разных типов и земли одноименных географических классов формаций лесной растительности в их пределах различаются типологической структурой лесов и их фитоценотическим содержанием. Ландшафтные свойства формационной структуры лесов притундровой зоны Кольского полуострова характеризуют следующие данные (таблица 3). Здесь наиболее распространенными оказались пять генетических типов ландшафтов:

- ледниковых всхолмленных и волнистых моренных в разной степени заболоченных, заозеренных и умеренно залесенных равнин с высотами 100—250 м;

- флювио-гляциальных холмистых и грядовых (камовых, озовых) отложений в сочетании с заозеренными полями залесенные, умеренно заболоченные и заозеренные с высотами 80—250 м;

- озерно-ледниковых равнин и полей озерных отложений умеренно заболоченных, залесенных и заозеренных с высотами 50—80 м;
- возвышенных увалистых и холмистых равнин в предгорьях и межгорьях с чехлом делювиальных отложений и пролювия с высотами 150—250 м;
- денудационно-тектонических возвышенностей и предгорных каменистых террас с высотами 100—350 м, в разной мере залесенных, слабо заболоченных и заозеренных.

Таблица 3

**Ландшафтно-формационная структура лесных экосистем полосы
климатозащитных лесов Кольской лесорастительной провинции**

Тип ландшафта	Лесистость, %	Географические формации лесной лесотундровой растительности, %%					Не лесные земли, %
		средне-лесья	мелко-лесья	редко-лесья	кливо-лесья	кустарники, стланны	
1. Ледниковые моренные равнины	34	10	50	20	10	10	37
2. Флювиогляциальные равнины	30	10	55	15	20	—	29
3. Озерно-ледниковые равнины	33	15	45	20	15	10	33
4. Возвышенные делювиальные равнины	48	25	40	20	10	5	21
5. Денудационно-тектонические возвышенности.	22	5	50	15	20	10	46

Притундровые леса на Европейской части страны, также как и в азиатской ее части, различаются мерой хозяйственного освоения. Различия эти проявляются, как в разной общей вовлеченности территории в хозяйственный оборот, так и интенсивностью лесопользования (мерой и видами использования лесных ресурсов), способностью лесов сохранять устойчивость и самовозобновление. Прослеживается также неоднородность преобразованности экосистем деятельностью человека и обостренности связанных с этим экологических проблем. Повсеместно большей освоенностью земель на Европейской части зоны характеризуются территории прижелезнодорожных районов и районов в полосах крупных рек. Большое влияние на общую освоенность территорий оказывает развитие горнодобывающих, горно-перерабатывающих, нефте-газовой отраслей.

Большая часть земель, за пределами Гослесфонда сегодня находится «под приглядом» отрасли оленеводства, структурно входящей в неизбежное по многим параметрам и еще более многострадальное, чем лесное

хозяйство, сельскохозяйственное производство. Известно, что многие стороны использования лесотундровых территорий оленеводством не согласуются с представлениями о рациональности и вступают в противоречие с экологическими постулатами. Это противоречие может быть решено только на основе выверенных лесоведческих критериев оценки ситуаций. Без сомнения, лесоводы на этих землях распорядились бы более эффективно, чем аграрии — оленеводы, прежде всего — в интересах оленеводства. Рациональное хозяйствование на этих землях возможно только с участием специалистов лесоводственного, точнее — лесо-экологического профиля.

В силу известных причин притундровые леса долгое время не выделялись в особую экологическую категорию и наравне с собственно таежными несли весомую эксплуатационную нагрузку. Наибольший пресс лесозаготовок в доступных для эксплуатации районах пришелся на военные годы и на первое послевоенное десятилетие (Цветков и др., 1984). Несмотря на принятые Правительством ограничения, связанные с учреждением в 1959 году полосы притундровых лесов климатозащитного назначения, интенсивные рубки под различными предлогами продолжались и в последующие годы (Цветков и др., 1992; Абаимов и др., 1995). Высокую концентрацию лесосведения сдерживали лишь отсутствие транспортных путей, пересеченный рельеф и низкая концентрация сырья, делавшими лесозаготовки низкорентабельными. Вал лесосведения остановил лишь кризис 80-90, поразивший также и лесную промышленность.

Первостепенной задачей, императивом хозяйствования на этих пространствах является сохранение возможно больше лесных площадей в ненарушенном или мало нарушенном естественном состоянии, обеспечение естественного течения природных процессов.

Задачи лесохозяйственной деятельности на большей части территорий должны быть сбалансированы с интересами оленеводства, с хозяйственной деятельностью и бытом местного коренного населения — представителями малочисленных народов (олeneводство кочевое и оседлое, рыболовство, охота). Основными направлениями лесохозяйственной деятельности являются охрана лесов от пожаров, регулирование различных видов природопользования, отличающихся высоким риском дестабилизации экологической обстановки.

Охрана лесов должна осуществляться при широком применении авиационных методов. Целесообразно все притундровые леса включить в зону авиационной охраны.

На части территорий, освоенных промышленными производствами, с устоявшимися направлениями горнодобывающей, горно-перерабатывающей нефте- и газодобывающими отраслями необходим комплекс целевых

лесохозяйственных мер по компенсации выбывающей части лесных площадей из числа продуцирующих, а также по реабилитации нарушенных природных комплексов.

Рубки главного пользования не планируются. Расчет пользования не производится. Потребности местного населения в древесине удовлетворяются в основном за счет санитарных рубок, рубок обновления, перестройки, а также рубок ухода в молодняках, назначаемых по лесохозяйственным соображениям. Определенным резервом производства древесины могут служить также не планируемые прочие рубки.

В некоторых случаях оправдано с лесохозяйственными целями проведение сплошнолесосечных рубок в режиме рубок главного пользования. Практика подтверждает целесообразность использования таких мероприятий, как эффективного средства омоложения перестойных, утрачивающих защитные свойства ельников и сосняков и повышения их средоустойчивых функций. Не сплошные рубки здесь оказываются значительно менее эффективными.

Лесохозяйственным органам, следует изучить эту практику и вернуться к вопросу о сплошнолесосечных рубках на Крайнем Севере, не обязательно в порядке рубок главного пользования. Речь идет о строго регламентированных и ограниченных по объемам и месту производства рубках. Регламентации требуют выбор массивов леса, дифференцированный подход к типам леса, сезон производства работ, технология.

Лесовосстановление остается одним из приоритетов лесоводства. Главное его предназначение обеспечивать сохранение и преумножение покрытых лесом площадей, повышать продуктивность насаждений и эффективность их защитных функций. Генеральным направлением остается обеспечение самовозобновительных функций лесных экосистем, преимущественно без пребывания лесных земель в обезлесенном состоянии. Обеспечению успешного самовозобновления должны быть подчинены все лесохозяйственные мероприятия в лесах, в т.ч. и осуществляемые рубки.

Искусственное лесовосстановление имеет ограниченное применение, как в силу высокой затратности, так и по причине малого соответствия природе лесных экосистем. Создание лесных культур ограничивается участками пригородов, землями вблизи рабочих поселков, а также площадями нарушенных промышленностью земель, где лесовосстановление выполняет либо компенсационную, либо реабилитационную функции.

Лесное хозяйство на территории региона должно быть дифференцировано по следующим направлениям:

- консервационно-защитное — в лесах выполняющих однозначно защитные: климатозащитные, водоохранные и природоохранные функции.

Это территории, не затронутые хозяйственной деятельностью, удаленные от населенных пунктов и коммуникаций;

- реабилитационно-защитное — на землях, освоенных и в той или иной мере преобразованных человеком. Это земли традиционно используемые длительное время для нужд оленеводства (с устойчивым перевыпасом), испытывающие воздействие отраслей промышленности, тяготеющие к местам разработки недр. Леса здесь испытывают пресс хозяйственной деятельности. Имеют место обезлесивание, промышленное загрязнение ландшафтов и остаются высокими темпы отундровения земель. Здесь оправдано выделение хозяйств — аналогов лесохозяйственных частей зеленых зон, защитных леса вдоль дорог, запретных полос по берегам рек и моря).

- лесопарковое направление — на землях с массивами лесной растительности на землях пригородов и постоянно действующих поселков районов с развитой промышленностью. Леса здесь сильно деградированы, повреждены, трансформированы, но они необходимы для обеспечения санитарно-гигиенических и рекреационных функций.

В числе приоритетов лесохозяйственного значения остается создание на землях региона системы крупных особо охраняемых резерватов. На пространствах Восточно-Европейской области среди объектов, требующих особой сохранности, территории в среднем течении Поноя, реки Вороньи, Хибинский горно-лесной массив, бассейн Мезенской Пижмы, массивы краен северных долинных лесов на востоке региона.

Каждое из обозначенных направлений лесоводства должно развиваться по отдельным сценариям. Дифференциация лесохозяйственной деятельности должна осуществляться на основе ландшафтно-формационной и лесотипологической дифференциации земель.

Литература

- Абаимов А.П., Бондарев А.И. Эколого-географические особенности притундровых лесов Средней Сибири и организация хозяйства в них / [Текст] // Проблемы притундровых лесов Европейского Севера. Архангельск, 1995. С. 111—124.
- Ильина И.С. Опыт классификации растительности Обь-Иртышской тайги для целей геоботанического картографирования // Совещание по классификац. растительности: тезисы докладов. Л., 1972. С. 36—38.
- Люри Д.И. Экотон как объект геосистемного мониторинга / [Текст] // Биологический мониторинг лесных экосистем / Материалы междунар. школы-семинара в Вильнюсе. Инст-т Географии АН СССР. Каунас: Академия, 1987. С. 124—129.
- Пармузин Ю.П. Тунролесье СССР/ [Монография]. М: Мысль, 1979. 295 с.
- Предтундровые леса / [Монография]. Авторский коллектив В.Г. Чертовской, Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков, Е.П. Смолоногов, и др. М.: Агропромиздат, 1987. 168 с.

- Семенов Б.А.* Притундровые леса СССР/ [Текст] // Международный симпозиум «Северные леса, состояние, динамика использования». Ч. II. М., 1990. С. 173—187.
- Цветков В.Ф.* К концепции «Притундровые леса» / [Текст] // Материалы отчетной сессии по итогам НИР за 1988 год. Архангельск: АИЛиЛХ, 1989. С. 11—12.
- Цветков В.Ф.* Критерии устойчивого функционирования лесов на Крайнем Севере / [Текст] // Экологич. пробл. Европейского Севера: 2 междунаrodn. школа-семинар: Тез. докл. Архангельск. 1992. С. 99—101.
- Цветков В.Ф.* О ландшафтной и лесоводственно-географической структуре территорий притундровых лесов на Кольском полуострове/ [Текст] // Проблемы притундрового лесоводства. Сб. научн. трудов. Архангельск: АИЛиЛХ, 1995. С. 56—68.
- Цветков В.Ф., Семенов Б.А., Чертовской В.Г.* Современное состояние и характер антропогенных воздействий на притундровые леса / [Текст] // Матер. сесс. по итогам НИР за 1983. Архангельск: АИЛиЛХ, 1984. С. 92—94.

ПРЕЗЕНТАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ ИНСТИТУТА ЛЕСА КарНЦ РАН



ЛАБОРАТОРИЯ ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

А.Н. Громцев, А.В. Кравченко

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
gromtsev@krc.karelia.ru
kravchenko@krc.karelia.ru*

История создания. Начало ландшафтоведческих и природоохранных исследований в Институте леса было положено после образования в 1975 г. группы охраны природы (рук. к.б.н. К.А. Андреев, впоследствии засл. лесовод КАССР, засл. работник народного просвещения КАССР) и в 1976 г. — лаб. лесного ландшафтоведения (рук. к.с.-х.н. А.Д. Волков, впоследствии засл. лесовод РФ, засл. деятель науки КАССР, засл. лесовод КАССР). На протяжении всего периода исследования обеих лабораторий были тесно связаны. Однако работы проводились то раздельно, то в одной лаборатории. Названия лабораторий и при функционировании раздельно, и при объединении неоднократно менялись, в том числе в ранге сектора и группы. Подробно вся история природоохранных, лесоведческих и ландшафтно-экологических исследований в ИЛ с участием бывших и действующих сотрудников лаборатории представлена в сборнике «Академическая наука в Карелии 1946-2006» (2006, том 2, с. 94-153). В нынешнем виде лаборатория была создана в 1997 г. после объединения лаб. экологии лесных ландшафтов и лаб. охраны лесных экосистем.

Направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории проводят исследования по следующим направлениям:

- изучение структуры, спонтанной и антропогенной динамики биотических компонентов географических ландшафтов;
- выявление последствий антропогенной трансформации таежных экосистем;
- разработка методики оценки антропогенной трансформации таежных ландшафтов с использованием методов дистанционного зондирования;
- выявление разнообразия региональной биоты на уровне видов (сосудистые растения, млекопитающие, птицы), сообществ и ландшафтов;
- изучение экологических особенностей организмов и сообществ в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем, выявление редких и уязвимых видов и сообществ, нуждающихся в охране;
- разработка научных основ формирования системы ООПТ таежного региона, включая подготовку научных обоснований для создания новых ООПТ.

В Карелии работы в этом направлении начались в рамках комплексных исследований таежных ландшафтов в Институте леса Карельского научного центра РАН во второй половине 70-х гг. под руководством к.с.-х.н. А.Д. Волкова. Исследуемый регион является одним из самых репрезентативных в ландшафтном отношении в пределах таежных территорий Европы, поэтому может быть успешно использован в качестве модельного объекта для решения вышеперечисленных проблем.

Важнейшие результаты НИР. В основу исследований лаборатории была положена оригинальная классификация и карта ландшафтов, разработанные в конце 1970 гг. под руководством к.с.-х.н. А.Д. Волкова. Они совершенствовались и корректировались по мере инвентаризации территории в 1980—1990 гг. В этот период кроме сотрудников лаборатории в состав творческой группы входили специалисты по геоморфологии и почвоведению. Подведем итоги четвертьвекового периода ландшафтно-экологических, а также специализированных исследований флоры и фауны.

На ландшафтной основе проведены широкие исследования структуры, спонтанной и антропогенной динамики лесов. В результате установлено, что на таежных территориях кроме ландшафтных и субландшафтных нет других природных границ (рубежей), столь четко определяющих структуру и динамику лесного покрова на надбиогеоценозном уровне. На ландшафтной основе по зонально-типологическому принципу построен региональный кадастр лесных экосистем. Он характеризует структуру и динамику лесов 16 типов среднетаежного и 17 типов северотаежного ландшафта, включая спектр, количественное соотношение, производительность, территориальную компоновку и территориальную сопряженность типов биогеоценоза, в т.ч. на субландшафтных уровнях. Установлено, что территориальная сопряженность лесных сообществ различного таксономического ранга является важнейшим параметром структуры лесного покрова. Она обуславливает всю совокупность межэкосистемных, в т.ч. межбиогеоценозных связей. Эти связи обеспечивают интеграцию отдельных структурных частей лесного покрова и его существование как целого при спонтанном развитии и после антропогенных воздействий. Для каждого типа лесной экосистемы биогеоценотического и ландшафтного ранга определены разные количественные значения показателей территориальной сопряженности. Сформулировано представление о том, что лесообразовательный процесс в таежном ландшафте автономен, если не принимать во внимание глобальные колебания климата и процессы, связанные с расселением растений. До антропогенного воздействия в каждом ландшафте существовал специфичный вариант относительного динамического равновесия между фитоценозами с преобладанием той или

иной лесообразующей породы. Равновесие определялось комплексом абиотических условий, межэкосистемными связями и пожарным режимом. При относительной стабильности климата сукцессии в девственных лесах были цикличны. Период цикла и последовательность замещения одних древостоев другими, в том числе в местообитаниях одного типа, были обусловлены ландшафтным вариантом пожарного режима. Специфика пирогенных сукцессий определялась частотой, интенсивностью и особенностями распространения огня в ландшафте. Масштабы последствий антропогенной трансформации естественного строения лесного покрова предопределены ландшафтной структурой таежных регионов. Показано, что в одних типах ландшафта происходит глубокая трансформация лесов за счет кардинального изменения соотношения фитоценозов разного состава, в других оно существенно не изменяется, третьи в этом плане занимают различное промежуточное положение. Подробно описаны ландшафтные особенности различных стадий антропогенных сукцессий. Вариант сукцессии в конкретном эдафотопе в установленной мере определен его положением в лесных сообществах надбиогеоценозного ранга (ландшафта и субландшафтных структурных единиц). В таежных экосистемах уровня ландшафта-местности существует устоявшаяся или определенным образом трансформированная антропогенным фактором система межбиогеоценозных связей, взаимодействий и влияний. Они реализуются через обмен семенами, изменение площади и конфигурации контуров (в результате болотообразовательного процесса), пожарные режимы (обусловленные разной территориальной компоновкой водных, болотных и лесных экосистем) и др. В итоге доказано, что ландшафту присуща совокупность наиболее жестко детерминированных по спектру, количественному соотношению и территориальной компоновке сукцессионных рядов (в зависимости от субландшафтной структуры) — ландшафтный комплекс сукцессионных рядов. Он отражает динамическую организацию или порядок, согласованность, взаимодействия структурных частей лесного покрова как целого в процессе спонтанном развитии или антропогенной трансформации. Такое крупное целенаправленное исследование ландшафтных закономерностей структурно-динамической организации лесов с прикладной интерпретацией материалов в европейской части таежной зоны проведено впервые. Полученные данные позволяют обозначить новое направление в лесоведении — ландшафтную экологию лесов. Ландшафтный подход создает универсальную основу для экологических исследований и оптимизации всей системы многоцелевого лесопользования на таежных территориях (руководитель направления НИР — д.с.-х.н. А.Н. Громцев).

Впервые в таежной зоне на примере карельской части Восточной Финноскандии выявлены: 1) зональные топологически детерминированные особенности заболоченности на ландшафтном уровне организации экосистем; 2) распространение и типологическая структура заболоченных, болотных лесных и безлесных местообитаний; 3) зависимость степени заболоченности ландшафтов от их морфогенеза и особенностей гидрографической сети. Получены данные о влиянии флуктуаций современного климата на динамику лесо- и болотообразовательных процессов и о почвенно-фитоценологических процессах под воздействием горизонтального роста болот. Определена роль заболачивания в формировании фрагментации и разнообразия таежных комплексов. Предложены и обоснованы понятия о потенциальной энергии и потенциальной скорости процесса заболачивания. Разработана оригинальная методика определения потенциальной скорости заболачивания и модель горизонтального роста болот в зависимости от морфометрических параметров ландшафтов. Дан прогноз изменения заболоченности под влиянием естественного процесса заболачивания и гидроресомелиорации на примере модельной территории. Для выявления экологически целесообразной степени освоения и охраны болот и заболоченных лесов выполнено районирование Восточной Финноскандии (в границах РК) по степени и характеру заболоченности и потенциальной скорости горизонтального роста болот. В итоге установлено, что болотообразовательный процесс в тайге это зонально обусловленное явление. Воздействие основных макро-экологических факторов — рельефа и климата на болотообразовательный процесс заключается в том, что степень заболоченности таежной территории зависит от расчлененности рельефа. Ее характер или соотношение категорий заболоченных и болотных земель и потенциальная энергия заболачивания определяются морфогенезом ландшафтов, климатическими условиями подзон тайги и современными климатическими флуктуациями. Заболачивание в таежной зоне выступает в качестве ведущего современного естественного процесса. Оно обуславливает развитие экосистем и является основным экологическим системоформирующим фактором, определяющим фрагментацию лесного и почвенного покрова и разнообразие природных комплексов. Показано, что основным методом оценки процесса современного заболачивания в природных комплексах ландшафтного уровня организации экосистем должен являться расчет горизонтального роста болот. Он опирается на показатели средних значений вертикального прироста торфа и уклонов поверхностей незаболоченных территорий, определяющих потенциальную скорость заболачивания. Экологически обоснованные объемы освоения и мероприятия по охране болот и заболоченных лесов должны основываться на дифференцированной ландшафтно-экологи-

ческой оценке основных параметров болотообразовательного процесса (степени и характера заболоченности, потенциальной энергии и скорости заболачивания). Руководитель направления НИР — д.геогр.н. В.А. Коломывцев).

Появление в конце 20 века доступных для широкого круга исследователей компьютерных геоинформационных технологий и цифровых данных дистанционного зондирования позволило на основе карты-схемы создать геометрически корректную цифровую карту типов ландшафтов. Эта карта стала основой электронного атласа ландшафтов Карелии, разработка которого была начата в 2002 г. Электронный атлас представляет собой цифровую векторную карту уточненных границ ландшафтных контуров, интегрированную с различными качественными и количественными характеристиками каждого типа ландшафта. При создании атласа использовались следующие исходные данные: 1) космические сканерные снимки высокого разрешения (ряд сцен Landsat 7 и покрытие GeoCover-2000); 2) цифровые модели высот (DEM); 3) растровая карта лесов 1958 г. ; 4) растровая карта четвертичных отложений М 1:1000000. Все данные были приведены к единой картографической проекции (UTM-36 с использованием параметров эллипсоида WGS94). При проведении границ ландшафтных контуров использовался целый комплекс методов автоматизированной и ручной векторизации. В результате границы ландшафтных контуров уточнены и в ряде случаев изменены. Это позволило практически впервые выявить реальные границы ландшафтных контуров. Эти границы стали геометрически корректны, благодаря использованию в качестве карты-основы зарегистрированных в реальной системе координат космических сканерных снимков. После создания карты ландшафтных контуров были систематизированы данные, характеризующие типы ландшафтов по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям и созданы соответствующие базы данных. Подключение баз данных к векторной карте средствами ГИС-технологий позволило получать набор тематических карт районирования территории по любым параметрам, связанным с ландшафтно-экологическими характеристиками. В целом атлас представляет собой прототип полифункциональной ландшафтно-экологической геоинформационной системы. Она служит инструментом как для создания общей теории структурно-функциональной организации природных систем, так и для разработки региональной системы рационального природопользования. Таким образом, впервые в таежной зоне России создана геоинформационная система, в которой содержится пространственная информация о ландшафтной структуре большей части физико-географической области — Восточной Фенноскандии. Ей соответствует атрибутивная информация, позволяющая получать набор тематиче-

ских карт районирования территории по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям (руководитель направления НИР — к.с.-х. н. П.Ю. Литинский).

Дополнены и уточнены данные о флоре сосудистых растений Карелии. Всего к настоящему времени в республике зафиксировано 1558 видов (что в полтора раза больше по сравнению с предыдущими сводками), а с учетом микровидов, стабилизовавшихся гибридов, слабо обособленных географических и сезонных рас — 1748 таксонов. В течение последних 20 лет выявлено свыше 200 новых видов, преимущественно заносных и дичающих. В составе адвентивной фракции выделена оригинальная группа — колониохоры, состоящая из видов, занос которых был связан со строительством и функционированием сталинских лагерей. Изучено распространение сосудистых растений по всем 10 флористическим районам Карелии. Их число по районам колеблется в широких пределах — от 502 до 1078. Обнаружена тенденция снижения количества видов в районах по направлению с юга на север и с запада на восток. Впервые для всех видов дана оценка частоты встречаемости в каждом районе. Выявлены дифференциальные виды, определяющие флористическую специфику каждого района. Анализ состава видов во флористических районах подтвердил реальность существования такого важного рубежа, как граница между подзонами средней и северной тайги, установленного ранее с использованием геоботанических критериев. Применение методологии локальных флор (ЛФ) и методов сравнительной флористики позволило получить основные характеристики более 40 ЛФ. Установлено, что по составу головной части таксономического спектра и порядку расположения семейств пространственно удаленные ЛФ близки. В тоже время доля видов с южными связями и плюризональных постепенно уменьшается с юга на север, с северными связями, наоборот, возрастает. Доля бореальных видов максимальна в ЛФ средней Карелии, тогда как в южных и северных ЛФ существенно ниже. Выявлены основные тенденции изменения флоры под влиянием сплошных рубок леса, аграрного освоения, урбанизации. Установлено, что та или иная степень отрицательного влияния рубок леса отмечена для 40—50% видов. Среди гемерофобов преобладают теневыносливые виды (сциофиты), которых особенно много у орхидных, папоротникообразных и таёжного крупнотравья. Прослежена многолетняя динамика нескольких ЛФ на территориях, ранее пройденных рубками. Установлено, что аборигенный компонент отличается значительной консервативностью состава, тогда как адвентивная фракция, наоборот, отличается высокой лабильностью. Вырубка лесов приводит лишь к временному локальному исчезновению или заметному снижению встречаемости наиболее гемерофобных видов. Выявлены виды-индикато-

ры ненарушенных и условно ненарушенных лесов. Определены ключевые биотопы, играющие ведущую роль в сохранении разнообразия сосудистых растений, прежде всего, лесных. Показана важная роль децентрализованного лесосечного фонда, в том числе недорубов, в сохранении лесных гемерофобных видов растений. Недорубы на территориях, подверженных сплошным концентрированным рубкам, являются естественными рефугиумами для таких видов, которые расселяются из них на смежные территории по мере зарастания вырубок. Эти участки можно рассматривать как стихийно сформировавшуюся сеть неохраемых лесных микрорезерватов, играющих, наряду с охраняемыми природными территориями ведущую роль в сохранении многих редких и уязвимых видов растений. Определены основные пути флорогенеза на урбанизированных территориях и в агроландшафтах. Урбанофлоры в целом можно охарактеризовать как преобразованные флоры бореального типа, обогащенные чуждыми для таежной зоны элементами. В урбанофлорах около трети видов являются заносными, до половины аборигенных видов относятся к апофитам. Всего гемерофильными являются до 70% видов урбанофлор. Установлено, что по сравнению с региональной флорой в целом, в урбанофлорах снижена доля папоротникообразных, плаунов и однодольных, а в семейственно-видовом спектре возрастает роль термо- и ксерофильных и снижается роль гидрофильных семейств. Среди географических элементов ослабевают роль северных видов, при этом позиции видов широкого распространения (космополитов, плюризональных) возрастают. Адвентивная фракция урбанофлор по составу сближается с естественными флорами Средиземноморской области. В составе адвентивной фракции преобладают недавно и непреднамеренно занесенные на городские территории и не способные к натурализации виды (т.е. неофиты, ксенофиты и эфемерофиты). Адвентивная фракция отличается высокой лабильностью в связи с нерегулярностью и случайным характером заноса видов. Впервые изучена флора сельских поселений. Установлено, что флора агроландшафта сохраняет в основном присущие естественным ЛФ черты, однако по ряду параметров имеет более «южный» характер. В составе флоры агроландшафта велика роль видов лесной группы (до трети от общего количества), что отражает процессы забрасывания и зарастания лесом сельскохозяйственных земель. Среди адвентиков по времени заноса почти в равном соотношении представлены археофиты и неофиты. Это резко отличает флору агроландшафта от урбанофлор, в которых абсолютно преобладают неофиты. Адвентивная фракция флоры агроландшафта характеризуется слабо выраженной динамикой видового состава по годам, о чем свидетельствует высокая доля натурализовавшихся видов (эпектофитов). В городах преобладают не способные к натурализации эфе-

мерофиты. Выявлена группа инвазивных видов, широко расселившихся в последние десятилетия и внедряющихся в естественные и близкие к естественным сообщества. Наиболее инвазибельными в условиях Карелии являются сообщества, подверженные значительным естественным колебаниям действия экологических факторов, в первую очередь, прибрежные и скальные, в значительно меньшей степени — испытывающие антропогенное влияние (рубки леса, рекреация). Инвазия видов в таежные зональные малонарушенные сообщества (хвойные леса, в т.ч. старовозрастные производные, болота) практически не происходит. Данные о распространении в регионе и биологии видов, а также восприимчивости их к воздействию различных антропогенных факторов были использованы при составлении готовящейся к изданию новой редакции Красной книги Карелии (руководитель направления НИР — к.б.н. А.В. Кравченко).

Впервые для Восточной Фенноскандии составлена обобщенная сводка по фундаментальным проблемам орнитогеографии и ландшафтной орнитологии. Теоретические вопросы происхождения и развития орнитофауны тайги, а также основные закономерности зонально-ландшафтного распределения фауны и населения птиц рассматриваются на обновленной методологической базе. Она включает следующие элементы: 1) точечное картирование ареалов, 2) использование метода локальных фаун (впервые в зоогеографии), 3) применение обновленной классификации фаунистических групп птиц и новой номенклатуры таксонов зоогеографического районирования, 4) внедрение принципов островной биогеографии, 5) использование карты лесных ландшафтов на типологической основе, 7) оперирование новой ценотической классификацией птиц по характеру реагирования на сплошные рубки лесов и т.д. В исторической части исследования сформулировано представление о природной ритмичности в развитии таежного биома и его орнитофауны на основе чередования ледниковых и межледниковых условий. Обосновано выделение двух крупных филоценогенетических комплексов птиц — виды гипоарктического и виды бореального пояса лесов, которые ранее были обозначены лишь предположительно. Выявлено размещение зональных и меридиональных орнитогеографических рубежей на территории Восточной Фенноскандии, уточнено деление запада евразийской тайги на орнитогеографические округа. Составлена обобщенная схема орнитологического зонально-ландшафтного районирования этого региона, впервые осуществлено ландшафтно-орнитологическое районирование Карелии. Выяснены основные направления изменений фауны и населения птиц таежных ландшафтов региона под воздействием сплошных рубок лесов, аграрного освоения и урбанизации территории, выявлена их географическая вариабельность. Для модельных территорий определены тенденции вековой динамики ор-

нитофауны, в том числе масштабы ооужнения фауны в количественном выражении. Впервые определена орнитологическая значимость сети ООПТ Карелии, даны оценки численности редких и уязвимых птиц. Выдвинуты предложения по обновлению списка птиц региональной Красной книги, разработаны рекомендации по организации фаунистического и геоэкологического мониторинга (руководитель направления НИР — к.б.н. С.В. Сазонов).

Установлено, что существует региональная (территориальная) специфика тенденций антропогенной трансформации ключевых показателей структуры местообитаний таежных животных в процессе лесозаэксплуатации. Эта специфика проявляется, например, при сравнении последствий (для животных) хозяйственного освоения территорий разных подзон тайги и лесорастительных районов, выделенных на ландшафтной основе. Более того, вторичная сукцессия биоценологических группировок мелких млекопитающих на вырубках имеет отчетливо выраженные особенности в зависимости от типа ландшафта, особенно при сравнении контрастных по структуре местообитаний типов. В процессе лесозаэксплуатации не только не происходит нивелировки различий между ландшафтами по структуре местообитаний животных, но в ряде случаев — даже их увеличение, благодаря включению в сукцессии новых видов растений и животных. Это оправдывает оптимистические прогнозы восстановления исходной структуры биота тайги после антропогенного воздействия — при условии соблюдения пределов ее интенсивности и ограничения влияния на вторичные сукцессии экосистем. В этой связи предпочтительно выглядит концепция «естественных лесов», которая предложена скандинавскими исследователями. Она фактически уже апробирована нами на примере обширных массивов северо-западной части таежной зоны России. Впрочем, установлено, что независимо от территориальной специфики существует предел трансформации лесного покрова, превышение которого вызывает катастрофические последствия для сообществ таежных животных и отдельных видов — таежных стенобионтов. По нашим данным, он составляет 10—15% представленности лесов в приблизительном возрасте более 100 лет. Особенно актуально это для территорий таежных коридоров Восточной Финляндии (термин и концепция предложены нами в 2000 г.). Они соединяют значительно трансформированные таежные леса Скандинавии с основными массивами тайги Евразии. Показано, что изучение структуры местообитаний и численности таежных видов животных и растений на территориях этих коридоров имеет как фундаментальное, так и прикладное значение, в том числе в международном аспекте (руководитель направления НИР — д.б.н. Ю.П. Курхинен).

Подробно проанализирована направленность и сила влияния антропогенного загрязнения природной среды на популяции млекопитающих и птиц Севера. Полученные данные интегрированы в общий объем знаний, отражающий основные направления исследований в этой области. Детально рассмотрен характер накопления поллютантов (тяжелые металлы и хлорорганические соединения) в органах и тканях охотничьих видов млекопитающих, морских млекопитающих, мышевидных грызунов, тетеревиных и чайковых птиц, обитателей как наземных (лесных), так и водных экосистем региона. Выявлены органы-мишени аккумуляции таких токсикантов, как ртуть, кадмий, свинец, ДДЕ, ДДТ, ПХБ. Проанализированы адаптивные механизмы, позволяющие как отдельным особям, так и популяции в целом минимизировать стресс токсической нагрузки. Установлены половозрастные зависимости в характере аккумуляции токсикантов животными и влияние особенностей питания на степень загрязненности организма различными видами контаминантов. Определены виды животных, в максимальной степени отвечающие требованиям, предъявляемым к видам-биоиндикаторам, а также органы и ткани, наиболее информативные и подходящие для пробоотбора. Получены новые данные, подтверждающие существование единой организменной стратегии адаптации популяций птиц и млекопитающих Севера к техногенному загрязнению окружающей природной среды. Установлено, что на рубеже 20-21 столетий техногенное загрязнение природной среды по силе своего влияния на популяции птиц и млекопитающих Севера выходит в один ряд с такими традиционными видами антропогенного воздействия на животных, как влияние лесозаготовки, мелиорация земель, охота. Неоднозначность и крайняя гетерогенность этого влияния обуславливаются не столько характером самого загрязнения (разная степень загрязнения отдельных территорий региона, различные временные периоды воздействия, неодинаковый качественный спектр токсикантов, стохастичность их распределения как в абиотической среде, так и в популяциях животных), сколько реакциями биосистем на данный фактор на различных иерархических уровнях: организменном, популяционном, ценоотическом. Наличие целого ряда адаптивных механизмов на каждом из этих уровней позволяет популяциям млекопитающих и птиц в значительной степени компенсировать это негативное влияние, что помогает им сравнительно быстро и с минимальными потерями адаптироваться к новым экологическим условиям. Установленная в ходе проведенных исследований гетерогенность популяций птиц и млекопитающих Севера по степени загрязненности их ксенобиотиками, накапливаемыми различными субпопуляционными группами, объясняется, прежде всего, спецификой экологии выделяемых эколого-функциональных группировок. Следовательно, выявленные

закономерности носят общий характер и должны учитываться при экстраполяции процессов обмена токсичных веществ с организменного уровня на популяционный. Другой важный аспект результатов этого направления НИР, заключается в том, что на примере изучения влияния техногенного загрязнения на популяции млекопитающих и птиц подтверждена универсальность, многофункциональность общеэкологических законов уже не только в рамках аут- и синэкологии, биоценологии, но и в сфере действия популяционной экотоксикологии. Выявленная в ходе исследований гетерогенность популяций птиц и млекопитающих Севера по степени толерантности к тому или иному типу техногенного загрязнения подтверждает перспективность нового направления в экотоксикологии, использующего спектр ее мощных и точных методических средств в собственно популяционных исследованиях. При этом сами токсиканты (их качественный состав, наличие/отсутствие корреляционных связей, относительные токсические эквиваленты) используются в качестве биомаркеров принадлежности особей к той или иной популяции, субпопуляции либо эколого-функциональной группировке (руководитель направления НИР — д.б.н. Н.В. Медведев).

Практическое использование результатов НИР. Результаты исследований были реализованы при разработке различных видов районирования региона на ландшафтной основе (пакет из более чем 20 карт с объяснительными записками), в том числе с использованием средств космического зондирования и ГИС технологий). Эти и другие материалы являются базовыми данными и практическими рекомендациями по сбалансированному использованию многоресурсного потенциала природных комплексов, проектированию достаточной и репрезентативной сети охраняемых территорий, по проведению эколого-экономических экспертиз планов создания промышленных объектов на лесных землях и др. Только за последнее десятилетие они использованы в десятках проектах прикладного плана экологического и природоохранного профиля. Руководителями многих проектов являлись ведущие сотрудники лаборатории (см. статью «Межинститутские и международные проекты» данного сборника). В частности, создана концепция формирования системы ООПТ таежного региона на примере Карелии и совместно с другими специалистами КарНЦ РАН подготовлена целая серия научных обоснований национальных парков и ландшафтных заказников. Последним результатом явилось учреждение национального парка «Калевальский» (2006), инициатором создания и работу по обоснованию которого возглавляла лаборатория. Результаты НИР были широко использованы при подготовке Красной книги Карелии и Восточной Феноскандии.

Перспективы развития НИР. В последние годы исследования успешно развиваются в рамках грантов РФФИ и конкурсных проектов по программам ОБН и Президиума РАН. Тематика НИР лаборатории всегда востребована в различных профильных проектах прикладного плана, в том числе по российско-финляндской «Программе развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России», проектам ТАСИС, «Баренц-региона» и др. Ведется планомерная подготовка научных кадров. В настоящее время численность сотрудников лаборатории составляет 14 чел., в т.ч. 3 доктора, 6 кандидатов наук и 3 аспиранта. Почти половина штата лаборатории представлена молодыми специалистами.

Итоги исследований представлены в более чем 30 монографиях (включая коллективные), в целом ряде научно-методических материалов, научно-практических рекомендаций, сотнях статей в зарубежных, отечественных периодических и тематических изданиях. В настоящее время к печати готовятся еще несколько крупных монографий.

Список монографий

- Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия). Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 188 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н. и др.* Экосистемы ландшафтов северо-запада средней тайги (структура, динамика) Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н. и др.* Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.
- Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия) / Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 188 с.
- Волков А.Д.* Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 256 с
- Громцев А.Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 160 с.
- Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
- Коломыцев В.А.* Болотообразовательный процесс в среднетаежных ландшафтах Восточной Финноскандии. Петрозаводск, 1993. 172 с.
- Коломыцев В.А.* Географические особенности структуры и динамики заболоченности Восточной Финноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 184 с.
- Курхин Ю.П., Данилов П.И., Ивантер Э.В.* Млекопитающие и тетеревиные птицы Восточной Финноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

- Сазонов С.В.* Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии: Исторические и зонально-ландшафтные факторы формирования. М.: Наука, 2004. 391 с.
- Сазонов С.В.* Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Фенноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 116 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВЕДЕНИЯ И ЛЕСОВОДСТВА

В.И. Саковец

*Институт леса, Карельский научный центр РАН,
Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11.
e-mail: vladimir.sakovets@krc.karelia.ru*

История создания. Лаборатория сформирована в 1966 году и является преемником созданных в 1948 г. группы лесоводства при отделе леса Карело-Финской базы АН СССР и в 1957 г. и в 1957 г. — секторов лесоведения (к.б.н. Н.О. Соколов) и лесоводства (к.с.-х.н. Т.И. Кищенко) при Институте леса КФ АН СССР. В 1966–1984 годах ее возглавлял чл.-корр. ВАСХНИЛ, д.с.-х.н. Н.И. Казимиров, в 1984–1988 годах — засл. лесовод КАССР, д.с.-х.н. С.С. Зябченко, с 1988 года по настоящее время лабораторию возглавляет засл. работник лесного комплекса РК, д.с.-х.н. В.И. Саковец.

На момент создания основными задачами исследований лаборатории были:

- рационализация рубок главного пользования;
- выявление закономерностей роста и формирования древостоев под влиянием лесохозяйственных мероприятий (рубок, содействия естественному возобновлению, гидролесомелиорации, удобрений);
- разработка научных основ повышения продуктивности лесов.

У истоков карельской школы лесоводов стоял засл. деят. науки РСФСР, д.с.-х.н., проф. Н.Е. Декатов — заведующий лабораторией лесоводства ЛенНИИЛХ, давший путевку в науку многим карельским ученым-лесоведам.

В дальнейшем лесоводственное направление успешно развивалось его учениками: д.с.-х.н. Н.И. Казимировым, д.с.-х.н. С.С. Зябченко, к.с.-х.н. А.Д. Волковым. Весомый вклад в изучение лесоводственно-экологических последствий рубок главного и промежуточного пользования внесли д.с.-х.н. С.С. Зябченко, к.с.-х.н. В.А. Ананьев, к.с.-х.н. А.А. Иванчиков, к.с.-х.н. С.М. Синькевич. Развиваются болотоведческие и гидролесомелиоративные направления (д.с.-х.н. В.И. Саковец, к.с.-х.н. В.М. Медведева, к.с.-х.н. В.А. Ананьев, к.с.-х.н. В.Н. Гаврилов). Разработаны вопросы организации, теории и практики мониторинга коренных и производных лесов (д.с.-х.н. С.С. Зябченко и к.с.-х.н. В.В. Дьяконов). В лаборатории имеется лесоболотный стационар «Киндасово».

Современные направления НИР. В настоящее время сотрудниками лаборатории проводятся исследования по следующим направлениям:

- структурно-функциональная организация лесных экосистем;

- наземный мониторинг лесных экосистем;
- лесохозяйственные мероприятия и их экологическая и биосферная роль;
- изменение качества древесины под влиянием лесохозяйственных мероприятий.

Важнейшие результаты НИР. В период с 1957 по 1980 гг. под руководством Н.Е. Декатова изучалась эффективность сохранения подростa, разрабатывались способы рубок ухода (Т.И. Кищенко, Н.И. Казимиров), апробировался химический метод ухода в молодняках (И.А. Кузьмин). В конце 60-х — начале 70-х годов прошлого столетия начинаются исследования в области гидролесомелиорации (Г.Е. Пятецкий, В.М. Медведева). В тот же период изучаются особенности строения лесов (С.С. Зябченко, А.Д. Волков), проводятся экспериментальные работы по несплошным рубкам главного пользования и механизированным рубкам ухода. Начинаются исследования в области формирования вторичных лесов. Изучается структура древостоев в различных условиях местопроизрастания. Большой объем работы проделан по программе МБП по изучению биомассы сосновых и еловых лесов, обмену веществ и энергии роста (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков, А.Д. Волков). В начале 70-х годов под руководством Н.И. Казиминова начинаются работы по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность древостоев. В 80-е годы исследования в большей мере были направлены на повышение продуктивности лесов, большое внимание уделялось стационарным гидролесомелиоративным исследованиям. В 1970 г. по инициативе чл.-корр. АН СССР Н.И. Пьявченко был образован лесоболотный стационар «Киндасово». Подобные исследования велись и на минеральных землях (стационар «Габозеро»). Ставились эксперименты по формированию ценных по составу древостоев путем рубок ухода и выборочных рубок.

За 50-летний период работы лаборатории изучены возрастная структура, динамика и биологическая продуктивность лесов Карело-Кольского региона, влияние лесохозяйственной деятельности на их состояние и биологическое разнообразие. Дано биолого-экологическое обоснование различных систем рубок леса. Разрабатывались вопросы организации, теории и практики мониторинга коренных и производных лесов. Изучена структурно-функциональная организация болотных и лесоболотных биогеоценозов и их трансформация под влиянием гидролесомелиорации. Предложена классификация лесомелиоративного фонда по группам эффективности и выявлена биосферная роль лесосоошения. Дано научное обоснование хозяйственного освоения лесоболотных биогеоценозов. С 1980 г. прорабатывается ресурсоведческое направление: изучены ресурсы ягодных и лекарственных растений, их экология, химический состав, осо-

бенности сезонного развития, режим эксплуатации (Т.В. Белоногова, Н.Л. Зайцева, В.И. Саковец). В 90-е годы начинаются работы по изучению экологических вопросов, влияния проведения лесохозяйственных мероприятий на биосферные процессы. Определены оптимальные способы рубок главного пользования и рубок ухода (А.Д. Волков, С.С. Зябченко). В течение ряда лет (до 1994 г.) ИЛ был головной организацией двух научных направлений: «Совершенствование системы рубок с целью формирования высокопродуктивных насаждений с учетом природно-экологических условий» и «Изучение структуры и динамики ресурсного потенциала недревесных компонентов лесных экосистем». Выявлена эффективность гидролесомелиорации на начальном этапе ее проведения (Г.Е. Пятецкий). Исследование эффективности гидролесомелиорации в различных условиях произрастания позволили определить пригодный для осушения фонд. Было установлено, что для мелиорации оптимальными являются условия переходных и верхово-переходных болот. Гидролесомелиоративные исследования, проводимые в течение 20—30 лет, показали, что осушение лесных площадей является одним из основных мероприятий, повышающих продуктивность древостоев, а кроме того за счет его идет увеличение покрытой лесом площади, в первую очередь при освоении безлесных болот и их естественного облесения. Общая покрытая лесом площадь в Карелии за счет осушения увеличилась на 1% (В.И. Саковец, А.А. Иванчиков).

Изучены особенности формирования искусственных насаждений и эффективность их создания на торфяных почвах. Установлено, что в мезоолиготрофных и мезотрофных условиях сосновые культуры к 30-летнему возрасту растут по I–II классу бонитета, запас 80–150 м³/га, что соответствует ходу роста сосновых культур на минеральных почвах. Показано, что создание лесных культур ели на открытых болотах в условиях Карелии бесперспективно, в то же время коридорный метод (реконструкция малоценных насаждений) дает высокие показатели — сохранность 70—80%, а продуктивность характеризуется I–II классами бонитета.

Установлено, что с продвижением на север эффективность лесосошения снижается. В южной Карелии (60°30'—63° с.ш.) дополнительный прирост за 30 лет после осушения в 2 раза выше, чем в аналогичных лесорастительных условиях средней Карелии (63°—64°30' с.ш.) (В.М. Медведева).

Выявлены процессы переформирования и устойчивость естественных лесоболотных биогеоценозов в связи с увеличением давности проведения осушения, рубок ухода и рубок главного пользования. Определены оптимальные сроки и способы лесоводственного ухода и рубок главного пользования. Разработаны прогнозные модели хода роста осушаемых насаждений после проведения рубок ухода и рубок главного пользования.

Впервые для условий таежной зоны северо-запада России выявлены особенности роста и формирования еловых и елово-березовых древостоев на торфяных почвах после осушения и рубок. На основании полученных результатов рекомендуется проводить в осушенных ельниках рубки главного пользования с сохранением подроста и тонкомера, а в березово-еловых древостоях — рубки переформирования, способствующие выращиванию хозяйственно-ценных и продуктивных еловых древостоев.

Установлено, что срок действия удобрений в сосняках на бедных торфяных почвах при первой подкормке — 8 лет, при повторной — 11 лет, в сосняках травяно-сфагновых без проведения рубок — 15 лет, с выборкой березы — 18 лет.

Происходят изменения под влиянием осушения и в торфяных почвах: повышается их плодородие, улучшается водно-воздушный режим, происходит перестройка микробного комплекса в сторону возрастания роли микробов — активных деструкторов органического вещества (Н.И. Германова).

Изучение биосферной роли гидролесомелиорации дало возможность установить, что углеродный баланс главным образом зависит от биомассы древостоя. В результате разработана прогнозная модель изменения углеродного цикла в зависимости от продуктивности (дополнительного прироста) насаждений после осушения. Выявлено, что при дополнительном приросте $1,25 \text{ м}^3/\text{га}$ в год изменение в экосистеме равно нулю. При большем дополнительном приросте лесоболотная экосистема является местом стока атмосферного углерода и играет положительную биосферную роль, при меньшем дополнительном приросте наблюдается обратное явление (В.И. Саковец).

Исследовано влияние рубок леса на углеродный баланс сосняков автоморфных местообитаний. На преобладающих в Карелии песчаных почвах в результате промышленной заготовки древесины высвобождается углерод, выделяющийся при разложении крон срубленных деревьев, но не затрагиваются его основные резервы, содержащиеся в лесных экосистемах. В течение одного-двух лет после рубки древостоя на бедных почвах фонд подвижного углерода в органогенных горизонтах истощается, а на плодородных почвах повышенная эмиссия CO_2 сменяется интенсивным накоплением углерода, компенсирующим потери, происходящие на свежих вырубках (С.М. Синькевич).

Установлена возможность диагностирования дендрохронологическими методами тенденций снижения древесного прироста насаждений, подвергающихся атмосферному загрязнению промышленными выбросами. Определены методические ограничения дендрохронологического прогнозирования прироста лесов, окружающих промышленные центры (С.М. Синькевич).

Разработаны статистические модели продуктивности лесных земель, основанные на морфометрических и агрохимических показателях почв с учетом пространственной структуры насаждений главных лесообразующих пород Карелии (С.М. Синькевич, Н.Г. Федорец).

Исследована эффективность мер содействия естественному возобновлению на вырубках, выявлены пороговые уровни встречаемости подроста, обеспечивающие выращивание хозяйственно ценных насаждений, составлены математические модели для прогнозирования характеристик формирующихся древостоев. На основе статистического анализа пространственных и временных параметров формирующихся насаждений разработаны предложения по методам учета и оценке эффективности мер содействия естественному возобновлению.

В результате многолетних наблюдений установлено отрицательное влияние механизированных коммерческих рубок ухода на запас спелых древостоев. Выявлено существенное уплотнение верхних горизонтов почвы, сохраняющееся до 20 лет после работы лесозаготовительных машин, и его влияние на насыщенность верхних горизонтов почвы корнями (С.М. Синькевич, А.Ю. Карпечко).

Проведен анализ качества современной 150—300-летней и исторической (из памятников деревянного зодчества 18-19 вв.) древесины сосны обыкновенной, который показал, что современная спелая древесина соответствует исторической по широкому спектру показателей, характеризующих ее физико-механические свойства (плотность, слоистость, доля поздней древесины) и устойчивость к биоповреждениям (ширина заболони, содержание смолистых веществ (В.А. Козлов).

Изучены ресурсы лесных ягод и лекарственных растений, разработаны методы учета урожая ягод и лекарственного сырья. Важным является прогнозирование урожая ягод. Исследования дали возможность осуществлять краткосрочный прогноз («Краткосрочное прогнозирование урожая ягод в лесах южной Карелии», 1985). Рациональное использование лекарственных растений требовало разработки их режима эксплуатации.

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР. Разработаны нормативы рубок обновления и перестройки в водоохранных лесах в зависимости от породного состава, возрастной структуры и полноты древостоев. Предложена экологически щадящая сортиментная технология заготовки древесины, обеспечивающая высокую устойчивость оставшейся части древостоев и сохранность подроста после рубок. Составлены таблицы хода роста коренных еловых древостоев (В.А. Ананьев).

По результатам исследований разработан ряд рекомендаций и нормативных документов по основным вопросам лесохозяйственной деятельности:

- Рекомендации по реконструкции и восстановлению лесоосушительных систем (1983);
- Рекомендации по лесокультурному освоению осушенных болот в Карелии (1988);
- Способы рубок в осушенных еловых и лиственно-еловых насаждениях. (Методические указания) (1993);
- Наставления по рубкам ухода в лесах Республики Карелия (1970, 1982, 1995);
- Рубки главного пользования в лесах Республики Карелия (1995);
- Рекомендации по проведению рубок обновления и переформирования в водоохранных лесах Карелии (2003);
- Лесокультурное освоение осушаемых болот в Карелии (1980);
- Лесохозяйственные мероприятия на осушенных землях (1983);
- Методические указания по удобрению насаждений на осушенных торфяных почвах Карелии (1984);
- Рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России (2005);
- Лесотаксационные таблицы для осушенных насаждений Карелии (1999);
- Учет урожая ягод и лекарственного сырья. (Методические указания) (1982);
- Режим эксплуатации зарослей дикорастущих лекарственных растений в лесах южной Карелии. (Методические указания) (1987).

Перспективы развития НИР. Планируется продолжить исследование осушенных лесов. Изучить изменения строения структуры, продуктивности насаждений в связи с увеличением сроков давности осушения и проведения различных мероприятий в разных условиях местопроизрастания. Особое внимание уделить исследованиям изменения типологической структуры в постмелиоративный период. Продолжить исследования в экологическом плане. Изучить экологические последствия проведения различных лесохозяйственных мероприятий (рубок главного и промежуточного пользования, гидролесомелиорации). Исследовать динамику формирования еловых древостоев после проведения рубок главного пользования на осушенных землях.

Наиболее перспективными направлениями исследований в области ухода за лесом представляются оптимизация конкурентных отношений внутри древостоев, минимизация последствий регулярного применения лесозаготовительных механизмов и выработка критериев ресурсной устойчивости лесов на уровне отдельных биогеоценозов и лесных массивов. В то же время, регулярное интенсивное воздействие на лесные экосистемы в процессе лесовыращивания не может не повлиять на экологи-

ческую функциональность лесов, поддержание которой в настоящее время является международно признанным индикатором устойчивого лесоправления. Для решения возникающих задач в ближайшей перспективе необходимо изучить:

- динамику продуктивности и пространственной структуры насаждений, уделяя внимание лесам северотаежной подзоны;
- использование лесорастительного потенциала лесных почв в связи с проведением несплошных рубок;
- устойчивость лесных биогеоценозов при регулярном воздействии лесозаготовительной техники нового поколения;
- изучить влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины;
- исследовать устойчивость лесных экосистем на особо охраняемых природных территориях (ООПТ);
- изучить биологическое разнообразие и экологические последствия массовых ветровалов в коренных еловых лесах.

Основные публикации

- Казимиров Н.И.* Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- Казимиров Н.И., Морозова Р.М.* Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.: Наука, 1973. 175 с.
- Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности / М.И. Виликайнен, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков и др. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 256 с.
- Пятецкий Г.Е., Ионин И.В., Жарова Л.П.* Лесохозяйственное освоение осушенных болот. Петрозаводск: Карелия, 1976. 128 с.
- Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко и др. Л.: Наука, 1977. 302 с.
- Казимиров Н.И., Морозова Р.М., Куликова В.К.* Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.
- Зябченко С.С.* Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 248 с.
- Белоногова Т.В., Зайцева Н.Л.* Эколого-биологические особенности хозяйственно ценных растений Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 168 с.
- Медведева В.М.* Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карелия, 1989. 168 с.
- Тихонов А.С., Зябченко С.С.* Теория и практика рубок леса. Петрозаводск: Карелия, 1990. 224 с.
- Синькевич Т.А., Синькевич С.М.* Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1991. 136 с.
- Саковец В.И., Гаврилов В.Н.* Лесообразовательные процессы на осушенных болотах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1994. 102 с.
- Саковец В.И., Германова Н.И., Матюшкин В.А.* Экологические аспекты гидрорелесомелиорации в Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 155 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 188 с.

Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии / Ред. В.И. Саковец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 174 с.

Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России: Учебное пособие /Ананьев В.А., Асикайнен А., Вялькю Э. и др. Йозенсуу: НИИ леса Финляндии, 2005. 150 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

А.И. Соколов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
alexander.sokolov@krc.karelia.ru*

История создания и направления исследований. В послевоенный период, когда при восстановлении городов и промышленных предприятий резко возросла потребность в древесине хвойных пород, в Карелии развернулись интенсивные лесозаготовки. С этого времени они стали вестись круглогодично, быстро росли уровень механизации работ и концентрация мест рубок. В результате произошли существенные изменения в процессах лесовозобновления и вопросы лесовосстановления приобрели исключительное значение. Перед научно-исследовательскими организациями Карелии была поставлена задача решить проблемы возобновления концентрированных вырубок в условиях больших объемов лесозаготовок и с учетом природно-климатических особенностей республики. Поэтому при организации Института леса в качестве одного из основных направлений исследований была утверждена разработка теоретических основ лесовозобновления на вырубках в условиях современной механизации лесозаготовок и вопросов рационализации ведения лесного хозяйства, которое не потеряло актуальности и в настоящее время.

До организации Института леса исследования по лесовозобновлению велись отделом леса Карело-Финской базы АН СССР. Под руководством проф. Н.Б. Декатова были подготовлены высококвалифицированные специалисты для решения актуальных проблем лесовосстановления на концентрированных вырубках. В этот период основное внимание уделялось научному обоснованию способов обработки почвы и уходов за лесными культурами (А.И. Кузнецова, Л.И. Попов, В.И. Шубин).

С организацией Института леса (1957) группой лесных культур сектора лесоводства начаты исследования по изучению типов вырубок с разработкой применительно к ним способов создания лесных культур, а также агротехники выращивания сеянцев в лесных питомниках. В 1966 г. организуется лаборатория механизации и методов искусственного лесовосстановления, которая в 1971—1984 гг. называлась лабораторией лесовосстановления, в 1985—1987 гг. — лесовосстановления и защиты леса. Все эти годы бессменным заведующим лаборатории был заслуженный деятель науки РФ и заслуженный лесовод КАССР, д.б.н. В.И. Шубин. В 1988—1997 гг., после очередного переименования в лабораторию искусственного лесовосстановления и защиты леса, её возглавлял заслуженный лесовод РФ и КАССР д.б.н. В.И. Крутов.

С 1998 по 2001 г. группа лесовосстановления входила в состав лаборатории лесной микологии и энтомологии. В этот период исследования велись по следующим направлениям:

- разработка экологически щадящих и интенсивных технологий создания культур хвойных пород на вырубках и агротехнических требований к лесокультурным механизмам;
- научное обоснование и совершенствование агротехники выращивания посадочного материала в открытом и закрытом грунте лесных питомников.

Лаборатория лесовосстановления вновь была организована в 2002 г. на базе группы лесовосстановления и группы генетики и селекции лаборатории физиологии и цитологии древесных растений. По настоящее время её возглавляет заслуженный работник лесного комплекса РК, к.с.-х.н. А.И. Соколов

Исследования сотрудников лаборатории (2 доктора, 5 кандидатов наук и 2 аспиранта) ведутся по следующим направлениям:

- структура и динамика лесных сообществ искусственного происхождения;
- биоэкологическое обоснование способов и технологий восстановления лесов на Северо-Западе таежной зоны;
- популяционная структура и генотипическая изменчивость лесообразующих древесных пород;
- селекция, семеноводство и интродукция древесных растений.

Основные итоги исследований. До 80-х годов исследования охватывали территорию Карелии и Мурманской области. В.С. Вороновой была переработана типология вырубок, созданная академиком И.С. Мелеховым. Логическое завершение типология вырубок Карело-Кольского региона приобрела в исследованиях Н.И. Ронконен, которые проводились под руководством В.И. Шубина и М.Л. Раменской. Они ставили своей задачей создать систему, привязанную к ландшафтам, и обобщить знания по естественному зарастанию вырубок, формирующихся после рубки коренных лесов, а также опыт лесокультурных работ. Был разработан вариант геоботанического районирования Карелии и Мурманской области на ландшафтной основе (Раменская, Шубин, 1975) с указанием целесообразности лесовосстановительных мероприятий.

Исследования в этом направлении продолжаются. Разрабатывается динамическая типология лесов с учетом последствий антропогенного воздействия на лесные экосистемы. В настоящее время завершен первый этап многолетних исследований (Крышень, 2006). Их результаты показали, что рубка — это особый тип сообщества — кратковременный и очень динамичный этап развития лесного фитоценоза от момента рубки

древостоя до стадии сомкнутого молодняка, отличающийся от последующих стадий развития леса отсутствием древесных эдификаторов, а от внешне похожих на них луговых фитоценозов остаточным влиянием деревьев и особой динамикой. Выявлены 3 стадии сукцессии в период от рубки древостоя до смыкания крон древесных растений. На первой стадии структуру сообщества в значительной степени определяют состав бывшего насаждения, расположение участка в рельефе, удаленность его от края леса, почвенные условия, окружающая растительность. Разнообразие элементарных местообитаний и отсутствие острой конкуренции обеспечивает на этой стадии возможность большому количеству видов закрепиться в сообществе. Древесные породы практически не влияют на структуру сообщества. Вторая стадия сукцессии начинается, когда на большей части территории вырубki общее проективное покрытие достигает 80—100%, а процессы регуляции численности и состава сообщества проходят в значительной степени под контролем внутренних факторов. Постепенно формируется сообщество с 3—4 доминантами. В средней тайге это, как правило, вейник лесной и иван-чай, а также луговик и (или) полевица, иногда осоки, кустарнички или виды лугово-лесного разнотравья; в северной тайге — кустарнички. Древесные породы, за исключением подростa оставленного на вырубке, находятся в пространстве травянистого яруса, или превышают его незначительно. Третья стадия может быть охарактеризована как переходная. Многие древесные породы выходят из пространства травянистого яруса, кроны их разрастаются, что является одной из причин ослабления влияния злаков и влечет за собой некоторое увеличение доли разнотравья, серьезных изменений в составе и обилии видов травяно-кустарничкового яруса еще не происходит. На основании этих исследований предложена схема классификации вырубok Карелии, являющаяся частью динамической типологии таежных лесов.

Интенсивные исследования по лесовосстановлению на вырубках велись в 60-х—70-х годах прошлого столетия. Была обоснована агротехника и разработана технология выращивания посадочного материала в постоянных лесных питомниках на основе комплексной механизации работ (В.И. Шубин, А.А. Мордась). Предложены способы создания лесных культур с применением гербицидов и арборицидов (И.А. Кузьмин). Совместно с Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХ разработана агротехника создания лесных культур на осушенных болотах (И.В. Ионин). Обоснованы типы лесных культур и составлены технологические карты на их производство. Дана оценка результативности естественного и искусственного лесовосстановления, определена экономическая эффективность различных методов и способов лесовосстановления (В.И. Шубин). В целом в этот период были созданы региональные основы лесовосстановления.

В последующий период проведены комплексные исследования по влиянию минеральных удобрений на основные компоненты лесных экосистем искусственного происхождения (В.И. Шубин, И.А. Кузьмин, В.И. Крутов, А.И. Соколов). Получены данные о закреплении удобрений в почве в зависимости от вида удобрения и сроков их внесения. Оценено влияние удобрений на динамику напочвенного покрова, сохранность и рост культур сосны, устойчивость их к болезням, качество древесины. На основе результатов многолетних наблюдений доказана возможность восстановления коренного типа леса, разрушенного вследствие сильного антропогенного воздействия (рубки и пожара), путем химической мелиорации почв. Выяснились возможности введения в состав лесных культур почвоулучшающих растений, в частности люпина многолетнего (Н.И. Ронконен). В дальнейшем было выявлено, что основной причиной низкой приживаемости многолетнего люпина на вырубках таежной зоны являются неблагоприятные химические свойства почвы, которые ингибируют развитие азотфиксирующих растений в зоне спермо- и ризосферы. Предложен способ, обеспечивающий высокую сохранность, рост и интенсивное семеношение люпина. Он может быть использован для введения в лесные культуры и других растений — азотфиксаторов с целью улучшения роста хвойных пород и компенсации потерь плодородия почв после сплошных рубок в условиях таежной зоны (А.И. Соколов).

Определены причины различной сохранности семян сосны в почве при весенних и осенних посевах. Предложен способ комплексной защиты семян осенних посевов от вымерзания и поражения почвенной микофлорой с помощью гидрофобных покрытий (А.И. Соколов).

Под руководством И.А. Кузьмина совместно с сотрудниками Института биологии КФ АН СССР изучены экологические последствия применения арборицидов для ухода за молодняками. Показано, что сплошная обработка лиственно-сосновых молодняков арборицидами группы 2,4-Д ведет к резкому изменению экологических условий. Это положительно сказывается на росте и плодоношении хвойных пород, в то же время отмирание лиственной растительности резко изменяет условия существования животных, приводит к разрывам сложившихся трофоценотических цепей, нарушению биологического равновесия и к частичному разрушению формирующихся биоценозов. Наименьшие отклонения в составе и плотности населения животных происходит при базальном способе осветления сосновых род. Сравнение влияния на фауну сплошного осветления культур сосны химическим и обычным ручным способом свидетельствует о том, что основные фаунистические изменения являются следствием опосредованного, а не прямого воздействия арборицидов на животных.

Повторное обследование через 24 года после сплошной обработки показало, что экосистема за счет усиления роста сосны восстановила потери древесной биомассы. Вместо лиственных древостоев в короткие сроки здесь формировались сосняки оптимального породного состава, что создает условия для восстановления типичных для таежной зоны биогеоценозов, площади которых в последние десятилетия под влиянием сплошных рубок значительно сократились (А.И. Соколов).

В результате комплексных исследований (рук. А.И. Соколов) обоснована экологически безопасная технология интенсивного выращивания культур ели на завалуненных вырубках, которая предусматривает дискретную обработку почвы, применение крупномерного посадочного материала, введение биомелиорантов, заданную первоначальную густоту, позволяющую проводить селекционный отбор деревьев, контактную обработку нежелательной растительности гербицидами.

В последние годы изучены закономерности роста, сохранность и динамика отпада культур хвойных пород, созданных по разным технологиям. Результаты исследований позволяют обосновать наиболее рациональные способы искусственного лесовосстановления в зависимости от лесорастительных условий и целей лесовыращивания. Показано, что вертикальная и горизонтальная структура формирующихся молодняков искусственного происхождения в значительной степени определяется неоднородностью лесных почв по каменистости. Выявлена достоверная связь между ростом ели по высоте и диаметру с глубиной залегания камней. Разработана методика оценки каменистости почв вырубков в целях лесовосстановления (А.И. Соколов, В.А. Харитонов).

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности в последние годы ведет к увеличению площадей техногенных земель в республике. В этой связи совместно с почвоведомы института начаты комплексные исследования по изучению начальных стадий формирования биогеоценозов на отвалах железорудных месторождений и карьеров по добыче строительных материалов (И.А. Кузьмин, А.И. Соколов). Обосновываются методы лесовосстановления для разных категорий нарушенных земель. Показано, что рекультивация техногенных земель позволяет повысить лесоводственную и экономическую значимость будущих лесов, в частности путем создания насаждений карельской березы.

Серьезной проблемой при выращивании посадочного материала в лесных питомниках является сорная растительность, поэтому не случайно большое внимание уделялось изучению видового состава и биологии наиболее распространенных и вредоносных сорняков, строению растительного покрова лесных питомников. В результате выявлено и описано 70 видов сорных растений (А.М. Крышень, И.А. Кузьмин). Доказана ре-

шающая роль агротехнического фактора в строении фитоценоза лесного питомника. Установлено, что многолетние сорняки сильнее подавляют рост сеянцев за счет большего потребления питательных веществ и влаги, а также стимулирования развития патогенных грибов в почве. Среди малолетних сорняков обнаружены виды, в ризосфере которых развиваются антагонисты почвенных патогенов. В этом одна из причин отсутствия массового распространения полегания (фузариоза) в лесных питомниках Карелии (А.М. Крышень, С.Н. Кивиниеми).

Проведено комплексное изучение сидератов (вика, овес, клевер и др.) в лесных питомниках. Показано, что они способствуют активизации микробиологических процессов, следствием чего является усиление гумусообразования и накопление основных элементов питания в доступной форме. Сидераты не оказывают отрицательного влияния на плотность микориз, но способствуют изменению микоризного спектра. Их корневые выделения могут изменять взаимоотношения патогенных грибов и их антагонистов. Направленность этого воздействия зависит от вида растения-сидерата, что позволяет использовать биологические мелиоранты для профилактики инфекционных болезней, вызывающих загнивание семян и корней сеянцев хвойных пород (С.Н. Кивиниеми, Т.И. Кривенко, А.И. Соколов).

Из-за снижения плодородия почв питомников, усиления требований к охране окружающей среды и особенно роста цен актуальна проблема рационального использования азотных удобрений. Исследованы закономерности поглощения и использования азота и бора сеянцами древесных пород в связи с различными условиями минерального питания и физиологическим состоянием растений. Выявлены основные механизмы адаптации сосны обыкновенной к условиям дефицита азота и предложен способ повышения коэффициента его использования сеянцами сосны в лесных питомниках. Разработан новый метод диагностики обеспеченности азотом и бором хвойных растений (Н.П. Чернобровкина).

Исследования в области лесной генетики и селекции начались в Карелии в послевоенное время. Во второй половине 50-х гг. Ф.И. Акакиев и В.И. Бакшаева изучали формовое разнообразие еловых формаций. Плановые селекционно-генетические исследования были развернуты в 60-х гг. (Е.М. Марьин, В.И. Бакшаева, Г.М. Козубов, М.А. Щербакова, К.А. Андреев, В.К. Тренин). Исследования проведенные в последние годы установили, что сосна в Карелии и соседних областях дифференцирована на 6, а ель — на 12 различающихся по признакам шишек и семян популяций. Для ели четко прослеживается соответствие межпопуляционной дифференциации климатическому районированию исследованной территории. Анализ формовой структуры популяций ели по типу семенных

чешуй выявил, что с продвижением на север процент участия форм европейского типа в составе насаждений увеличивается, а гибридных — уменьшается. Ель чисто сибирского типа встречается крайне редко. Методом изоферментного анализа установлено, что основная доля (около 97 %) всей выявленной генетической изменчивости сосны и ели приходится на внутривидовой уровень. Оценка уровня дифференциации сосны и ели в регионе выявила генетическую близость исследованных популяций в пределах каждого вида (А.А. Ильинов).

Сравнительные исследования фенотипической и генетической структуры малонарушенных популяций ели, производных древостоев и лесных культур (средняя подзона тайги) показали, что наивысшей степенью сложности характеризуется структура коренных ельников. Генетическое разнообразие культур ели, созданных посевом в условиях произрастания ельников черничных, выше, чем у производных древостоев, сформировавшихся после рубки из сохраненного подроста и тонкомера (А.А. Ильинов).

В Карелии эксперименты по отбору плюсовых деревьев и созданию лесосеменных плантаций прививкой черенков впервые были осуществлены в начале 60-х годов группой сотрудников Института леса Карельского филиала АН СССР Е.М. Марьиным, В.И. Бакшаевой, А.П. Ворониной под руководством В.И. Ермакова. В настоящее время, обобщены 30-летние данные по вегетативному росту и обилию семеношения (урожайности) клонов сосны обыкновенной различного географического происхождения. Выявлено существенное влияние генотипических особенностей клонов и ряда экологических факторов на обилие, периодичность «цветения» и «плодоношения» сосны на лесосеменных плантациях. По этим материалам рассчитаны регрессионные модели и предложен новый уточненный метод прогноза обилия урожая на лесосеменных плантациях. Разработана методика составления морфопортретов клонов сосны по комплексу морфологических признаков шишек, семян и габитуса дерева. Данный метод находит практическое применение в селекционной работе с сосной обыкновенной при переходе к созданию клоновых лесосеменных плантаций более высоких порядков (А.А. Мордась, Б.В. Раевский).

Оценена эффективность введения быстрорастущих интродуцентов, создана серия участков географических культур североамериканской сосны скрученной (*Pinus contorta*), включающая 20 ее происхождений из естественного ареала (Б.В. Раевский, А.А. Мордась). Анализ хода роста и развития смешанных культурфитоценозов сосен скрученной и обыкновенной показал, что использование сосны скрученной перспективно при создании лесосырьевых плантаций с укороченным оборотом рубки, так как при этом общая продуктивность насаждения может быть увеличена на 30—40 %.

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР. За весь период деятельности лаборатории её сотрудниками обоснованы и подготовлены практические рекомендации и методические разработки по всем основным проблемам лесовосстановления с учетом природно-климатических особенностей республики. Основным документом из них является «Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Карельской АССР (1969, 1984, 1995), подготовленное Институтом леса (В.И. Шубин, Г.А. Гавриленко) совместно с Министерством лесного хозяйства КАССР, Петрозаводской ЛОС и Кареллеспроект. Подготовка их предшествовала оценке состояния лесовосстановления на производственных участках лесных культур и естественного возобновления, что позволяло выявить имеющиеся недостатки и предусмотреть меры их устранения.

Были разработаны рекомендации по конкретным вопросам создания лесных культур на вырубках и осушенных болотах (В.И. Шубин, И.А. Кузьмин, В.И. Крутов, И.В. Ионин, А.И. Соколов), по агротехнике выращивания посадочного материала в лесных питомниках на основе совершенствования системы удобрения (А.П. Яковлев, А.А. Мордадь, Т.И. Кривенко, Н.П. Чернобровкина), способам борьбы с сорняками (И.А. Кузьмин, А.М. Крышень), защитным мероприятиям (В.И. Крутов, С.Н. Кивиниеми). Для снижения экологической опасности применения гербицидов предложен контактный способ обработки, при котором исключается загрязнение почвы химикатами (А.И. Соколов, А.М. Крышень). Для его практической реализации разработаны экспериментальные образцы ручного и тракторного лубрикаторов (А.В. Ботников, В.А. Конерва, А.И. Соколов).

Даны лесоводственная, экологическая, экономическая и социальная оценки технологий выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой, а также оценена эффективность его применения при создании лесных культур в условиях северо — и среднетаежных подзон Карелии.

В рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» совместно с научно-исследовательскими институтами Северо-Запада России (СевНИИЛХ, СПбНИИЛХ) и НИИ леса Финляндии подготовлены рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России, которые рассматривают в едином комплексе мероприятия по лесовосстановлению и лесовыращиванию с учетом современных требований к ведению лесного хозяйства.

Известно, что почвы Карелии отличаются большой пестротой по физико-химическим свойствам и высокой степенью каменистости (зава-луненности). В результате в условиях республики многие серийно выпус-

каемые почвообрабатывающие орудия и механизмы оказываются непригодны для работы на нераскорчеванных вырубках. Поэтому с момента организации лаборатории значительное внимание уделялось как научному обоснованию наиболее рациональных способов обработки почвы, так и разработке лесокультурных орудий и механизмов.

Группой конструкторов под руководством В.Я. Унта создан покровосдиратель-сеялка ПДН-1, который в 1970 г. поставлен в серийное производство. Это решило проблему с механизацией посева на нераскорчеванных вырубках с тяжелыми и средними, а затем и легкими (ПДН-2) по механическому составу каменистыми почвами. Более сложной была проблема механизации посадки. Испытания серийных лесопосадочных машин показали, что они не пригодны для работы на каменистых почвах (В.И. Шубин, В.Я. Унт). В этих условиях наиболее целесообразно механизировать наиболее трудоемкие операции. С этой целью был сконструирован покровосдиратель-лункоделатель-сеялка ПЛС-2, который позволил осуществлять обработку почвы путем удаления подстилки, готовить лунки для посадки семян и проводить механизированный посев. Наряду с указанными орудиями был разработан и испытан ряд других экспериментальных образцов, в частности каток-накалыватель для посадки крупномера по необработанной почве. Для труднодоступных лесокультурных объектов создана ручная сеялка оригинальной конструкции, обеспечивающая точечную обработку почвы, посев и заделку семян. Новые технические решения, используемые при разработке лесокультурной техники были запатентованы.

Аспирантом Л.А. Казаковым научно обоснованы эффективные способы механизированной обработки почвы и посева, разработаны рекомендации по рациональному применению лесокультурных агрегатов в Мурманской области.

В последние годы работы в этом плане ведутся совместно с Петрозаводским госуниверситетом. На первом этапе основное внимание было уделено созданию лесных культур крупномерным посадочным материалом с использованием лункообразователей Л-2 и Л-22 (А.И. Соколов). Дальнейшие исследования позволили разработать универсальное орудие, которое обеспечивает обработку почвы полосами заданной ширины (до 50 см), готовит лунки для посадки крупномерных саженцев и выполняет механизированный посев семян. Это особенно важно для условий Карелии, где в настоящее время преобладает деконцентрированный лесокультурный фонд, а вырубки характеризуются большой пестротой почв. На указанные орудия разработаны лесотехнические требования, расчетно-технологические карты и практические рекомендации по созданию лесных культур на нераскорчеванных вырубках с каменистыми почвами.

Перспективы развития НИР. Будут продолжены исследования по изучению структуры, динамики и продуктивности лесных экосистем в целях разработки динамической типологии лесов, как теоретической основы для планирования мероприятий по лесовосстановлению и рационализации методов лесовосстановления, а также и лесовыращивания.

В области лесной генетики и селекции планируется изучение внутривидовой, фенотипической и генотипической структуры популяций хвойных пород в коренных и производных лесах. Предполагается освоение и использование современных молекулярных методов, которые позволяют проводить изучение структуры ДНК, как носителя генетической информации. Это дает возможность, во-первых изучить с помощью ДНК-маркеров уровень генетического разнообразия, степень подразделенности и дифференциации популяций основных лесообразующих хвойных пород в регионе и уточнить таксонометрический статус их интрогрессивных гибридов. Во-вторых, провести оценку генотипического разнообразия на лесосеменных плантациях сосны и выявить связи генотипических особенностей клонов с величиной хозяйственно-значимых признаков (семенная продуктивность и др.).

Основные публикации

- Крышень А.М.* Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 259 с.
- Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области / Отв. ред. М.Л. Раменская. Петрозаводск: КФ АН СССР. 1975. 207 с.
- Синькевич М.С., Шубин В.И.* Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск, 1969. 180 с.
- Соколов А.И.* Лесовосстановление на северо-западе России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006, 215 с.
- Соколов А.И., Харитонов В.А.* Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2001. 80 с.
- Федорец Н.Г., Соколов А.И., Шильцова Г.В., Германова Н.И., Крышень А.М., Антипина Г.С.* Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера // Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 74 с.
- Чернобровкина Н.П.* Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука, 2001. 175 с.
- Шубин В.И., Гелес И.С., Крутов В.И.* и др. Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1991. 176 с.
- Шубин В.И., Шужмов А.А., Сибирцева В.И.* Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера. Петрозаводск: Карелия, 1973. 136 с.
- Мордадь А.А., Раевский Б.В.* Селекционное семеноводство сосны обыкновенной на Европейском Севере // Методические рекомендации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 47 с.

- Рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России. // «Проект системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России» НИИ леса Финляндии. Исследовательский центр Йозенсуу, 2005. 56 с.
- Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия. 1995. 85 с.
- Система удобрений в севооборотах лесных питомников (Практические рекомендации). Л., 1980. 46 с.
- Соколов А.И., Крышень А.М. Рекомендации по контактной обработке нежелательной растительности гербицидами в лесных питомниках и культурах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 16 с.
- Соколов А.И., Мордась А.А., Кривенко Т.И., Харитонов В.А. Выращивание и использование крупномерного посадочного материала хвойных пород в условиях Карелии: Методические рекомендации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 44 с.
- Соколов А.И., Цыпук А.М., Эгипти А.Э. Расчетно-технологические карты для производства лесных культур хвойных пород на вырубках с использованием лунокообразователей Л-2 и Л-22. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1990. 42 с.
- Соколов А.И., Гаврилова О.И. Лесная рекультивация нарушенных земель на Севере: Учебное пособие. Петрозаводск, ПетрГУ, 2001. 58 с.
- Методы классифицирования и описания лесных фитоценозов и почв: Учебно-методическое пособие / А.М. Крышень, Н.Г. Федорец, Ю.В. Преснухин, С.М. Синькевич. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 58 с.
- Раевский Б.В., Мордась А.А. Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях 1 порядка: Учебно-методическое пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 91 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСНОЙ МИКОЛОГИИ И ЭНТОМОЛОГИИ

В.И. Крутов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
krutov@krc.karelia.ru*

История создания лаборатории и развития направлений исследований. Лаборатория является преемником созданных в 1949 г. группы лесной энтомологии и фитопатологии при отделе леса Карело-Финской базы АН СССР и в 1957 г. — сектора лесопатологии с группами энтомологии, фитопатологии и гербицидов при Институте леса КФ АН СССР, которые до 1962 г. возглавлял известный российский энтомолог — один из авторов первого учебника для вузов «Лесная энтомология» (изд. 1935—1961 гг.) к.б.н. В.Я. Шиперович. В этот период было оценено влияние насекомых и грибных болезней на состояние и продуктивность естественных лесов республики, дан обзор основных видов вредных насекомых и патогенных грибов, ускоряющих усыхание перестойных насаждений. Впервые в стране были разработаны методы хранения неокоренных лесоматериалов, предупреждающие заселение их насекомыми и деревоокрашивающими грибами на лесных участках в летний период. Позднее они вошли в «Санитарные правила в лесах СССР» (1970) и остаются актуальными до настоящего времени. Значительные исследования выполнены по изучению видового состава, биологии и экологии насекомых — вредителей шишек и семян хвойных пород. Результаты их обобщены в брошюрах «Методы определения годности еловых шишек, поврежденных насекомыми и грибами» (Шиперович, Яковлев, 1960) и «Вредители шишек и семян ели» (Яковлев, 1961), не утративших научной и практической значимости на современном этапе. На рубеже 50—60-х годов интенсивно изучается лесопатологическое состояние молодняков естественного и искусственного происхождения: проведены исследования видового состава, биологических особенностей, характерных стадий и оценка вредоносности насекомых (В.Я. Шиперович, Б.П. Яковлев, И.П. Волкова) и фитопатогенных грибов, влияющих на сохранность лесных культур и естественное возобновление сосны на вырубках Карелии (В.И. Щедрова, В.К. Мороз).

С 1952 г. начаты исследования вопросов микоризообразования у хвойных древесных пород в различных типах вырубках, в лесных питомниках и на осушенных болотах с целью научного обоснования лесокультурных мероприятий, изучается видовой состав микоризных грибов и их связи с

древесными породами (В.И. Шубин). С 1954 г. они дополнены изучением почвенной микрофлоры (В.М. Данилевич).

С 70-х годов микологические и энтомологические исследования успешно продолжались в лаборатории восстановления и защиты леса (зав. к.б.н. В.И. Шубин) и первое время были направлены в основном на решение главной задачи — повышение эффективности искусственного лесовосстановления на вырубках. В этот период большое внимание уделяется морфолого-анатомическому строению микориз в зависимости от экологических условий и их идентификации (Л.А. Семенова, Н.Ф. Чумак). Изучаются экологические особенности микоризных грибов и их взаимоотношения с другими почвенными микроорганизмами, в частности с патогенными видами грибов из рода *Fusarium* (Л.В. Еремеева, С.Н. Кивиниemi). Проведена инвентаризация шляпочных грибов в различных типах леса заповедника «Кивач» (С.В. Родионова). В 1970 г. на опорном пункте лаборатории «Вендюры» (Кондопожский р-н) в сосновых и березовых молодняках I класса возраста были начаты ежегодные наблюдения за плодоношением шляпочных макромицетов с периодическим картированием мест их появления (А.В. Саукконен, Х.И. Хирвонен, В.И. Миرون) с целью оценки влияния погодных условий и лесохозяйственных мероприятий (внесения удобрений, рубок ухода) на динамику их урожайности. Эти исследования продолжают по настоящее время с одновременным изучением закономерностей развития и размещения грибов в различных экологических условиях, связей между биомассой мицелия и урожаем грибов (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская).

В 60-80-х годах проводились комплексные лесоводственно-патологические исследования хвойных молодняков естественного и искусственного происхождения на вырубках Карелии и Мурманской области. При этом одной из важных задач было выявление наиболее распространенных и опасных энтомовредителей и грибных болезней хвойных пород в лесных питомниках и культурах, изучение видового состава вредных насекомых и микромицетов — возбудителей грибных болезней, уточнение некоторых биоэкологических особенностей отдельных хозяйственно значимых видов (В.И. Крутов, И.П. Волкова, С.Н. Кивиниemi).

В области лесной энтомологии в этот период изучается видовой состав насекомых — вредителей лесных культур и их естественных врагов на осушенных переходных болотах (И.П. Волкова, С.Д. Узенбаев). В 80-х годах под руководством Е.Б. Яковлева начаты и успешно продолжают исследования биологического разнообразия основных экологических группировок лесных членистоногих, в частности, сообществ насекомых, связанных с древесиной и грибами. Ведутся работы по фаунистике и систематике жесткокрылых (Е.Б. Яковлев), двукрылых (Е.Б. Яковлев,

А.В. Полевой) и перепончатокрылых насекомых (А.Э. Хумала), а также панцирных клещей (Л.М. Ласкова).

Начиная с 90-х годов микологические и энтомологические исследования в основном сосредоточены на инвентаризации и изучении биоты шляпочных агариковых и афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов, лишайников и энтомофауны существующих и планируемых особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Цель их — оценка видового разнообразия и выявление редких или уязвимых, требующих охраны краснокнижных видов — индикаторов степени нарушенности лесных экосистем. Эти работы выполняются в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России» (с 1997 г. по настоящее время) и при поддержке регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия» (2005—2007 гг.). Материалы исследований использованы при научном обосновании создания новых национальных парков «Калевальский» и «Ладожские шхеры», ландшафтных заказников «Сыроватка» и «Чукозеро» и др. (В.И. Крутов, О.О. Предтеченская, А.В. Руоколайнен, М.А. Фадеева, А.В. Полевой, А.Э. Хумала).

Успешное развитие этих направлений в сочетании с подготовкой научных кадров высшей квалификации послужили основанием для выделения их из лаборатории восстановления и защиты леса и создания в 1997 г. самостоятельной лаборатории лесной микологии и энтомологии (9 научных сотрудников, из них 3 доктора и 1 кандидат наук, рук. д.б.н. В.И. Крутов) с основными задачами: изучение видового состава, структуры и биогеоценотических связей трофических групп грибов и лишайников, видового состава и структуры сообществ насекомых, а также почвенных беспозвоночных.

Современные направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории (2 доктора и 5 кандидатов наук, 2 инженерно-технических работника) проводят исследования по следующим направлениям:

- видовой состав и структура трофических групп грибов и лишайников, изучение их биоценотических связей в целях повышения устойчивости и продуктивности лесных экосистем;

- положение микоризных грибов в структуре и функционировании лесных биогеоценозов;

- выявление индикаторных и редких или уязвимых, требующих охраны видов;

- видовой состав и структура сообществ ксилофильных насекомых, распространение, экология и динамика численности потенциально вредоносных, а также редких и уязвимых видов;

- разработка энтомологических критериев природоохранной ценности биотопов.

Важнейшие итоги НИР. За более чем 50-летний период исследований получены обширные новые материалы, характеризующие видовое разнообразие мико-, лишенобиоты и энтомофауны таежных экосистем Европейского Севера. В России нет аналогов долговременным (более чем 50-летним) исследованиям по микосимбиотрофии древесных растений, возглавляемым засл. деятелем науки РФ, проф., д.б.н. В.И. Шубиным. Изучены особенности микоризообразования у основных лесообразующих пород и значение микотрофии для лесов таежной зоны, получены данные о видовом составе и экологии агариковых макромицетов, выявлены связи микоризных грибов с древесными породами и особенности влияния биотических и абиотических факторов на урожайность съедобных грибов. Выполнены оригинальные исследования по оценке биомассы и сезонного развития мицелия макромицетов (О.О. Предтеченская).

Впервые для европейской части России составлены и опубликованы эколого-таксономические списки различных трофических групп грибов, входящих в состав консорциев с лесообразующими древесно-кустарниковыми породами Республики Карелия:

- макромицетов-симбиотрофов (МС) — 400 видов и внутривидовых таксонов. Рассмотрены их трофические связи с древесными породами, а также их экологические и ценотические особенности. Впервые в лесной микологии обосновано формирование вертикальной и горизонтальной структур размещения МС при развитии насаждений. Раскрываются возможности использования МС в качестве индикаторов напряженности внутри- и межвидовой конкуренции древесных растений и азотного режима почвы. Выявленные особенности позволяют понять сукцессионные, годовые и сезонные изменения биоты МС, а также расширяют представления об организации и функционировании лесных экосистем и возможности экологизации таежного лесоводства (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская);

- микро- и макромицетов — 537 видов из отделов Asco-, Basidio- и Deuteromycota, в том числе патогенных видов — возбудителей болезней древесных пород. Проанализирован характер сукцессий видового состава и консортивных отношений этих групп грибов с растениями-хозяевами на разных фазах онтогенеза (В.И. Крутов, А.В. Руоколайнен).

В рамках российско-финляндской программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России и программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России» проведены инвентаризация и изучение биологического разнообразия на особо охраняемых и планируемых к охране территориях Республики Карелия. В опубликованной (на русском и английском языках) по результатам этой работы

коллективной монографии «Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды» (2003) приведены списки редких, в том числе краснокнижных, а также индикаторных видов афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов, лишайников и насекомых, характеризующих состояние лесных экосистем региона (В.И. Крутов, М.А. Фадеева, Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала). Большая часть из них внесена в проект нового издания Красной книги Карелии. Совместно с сотрудниками Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН опубликованы сводки афиллофороидных грибов по всем существующим и планируемым ООПТ, включающие в общей сложности 478 видов (В.И. Крутов, М.А. Бондарцева, В.М. Коткова, А.В. Руоколайнен).

Создана «Электронная коллекция трутовых грибов особо охраняемых природных территорий Республики Карелия», включающая паспорта на 150 видов афиллофоровых (трутовых) грибов, обычных, широко распространенных в лесах Карелии, редких, занесенных в Красные книги РСФСР, Республики Карелия и Восточной Финноскандии, а также виды-индикаторы условно-коренных и девственных сосновых и еловых лесов. Эта работа в составе «Электронной коллекции биологических объектов Республики Карелия» (ИПМИ, ИБ, ИЛ КарНЦ РАН) зарегистрирована в Федеральном депозитарии электронных изданий ФГУП НТЦ «Информрегистр» (В.И. Крутов, А.В. Руоколайнен).

При поддержке регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия» впервые проведена инвентаризация биоты агарикоидных и boletoидных грибов малонарушенных лесных экосистем заповедника «Костомукшский», национальных парков «Паанаярви» (подзона северной тайги) и «Водлозерский» и его окрестностей (подзона средней тайги) (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская).

Составлен конспект биоты афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов зеленых насаждений г. Петрозаводска и его окрестностей, содержащий 193 вида из 96 родов, 44 семейств и 20 порядков, из которых 115 видов отмечены впервые для исследованной зоны и 4 — для территории Карелии. В их числе 5 краснокнижных и 26 индикаторных видов, характерных для старых (21 вид) и девственных лесов (5 видов) (А.В. Руоколайнен).

Подготовлен к печати 2-й существенно дополненный аннотированный список лишайников и лихенофильных грибов с распределением их по биогеографическим провинциям Карелии, включающий 1218 видовых и внутривидовых таксонов. В их числе 1065 лишайников, 130 лихенофильных грибов, а также 23 вида нелихенизированных грибов, традиционно приводимых в лихенологических списках (М.А. Фадеева).

Собрана обширная коллекция, сформирована база данных и опубликованы списки видов основных отрядов насекомых, в том числе обитате-

лей съедобных грибов, мертвой древесины и вредителей леса (Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала) и ископаемых клещей голоцена (Л.М. Ласкова) На сегодняшний день список насекомых карельской фауны насчитывает более 9200 видов.

Впервые в Карелии зафиксирована вспышка численности короеда-типографа, приведшая к массовому усыханию коренных еловых массивов в юго-восточной части региона (Пудожский р-н) на территории НП «Водлозерский». Это явилось следствием обширных ветровалов, прошедших в западной части парка в 2000 году. Ранее возникновение таких вспышек в климатических условиях региона считалось маловероятным. На этой территории организован мониторинг за состоянием и устойчивостью коренных древостоев, в т.ч. лесопатологический мониторинг за развитием стволовых вредителей (А.В. Полевой, А.Э. Хумала).

Обобщены материалы исследования фауны наездников-ихневмонид подсемейств *Microleptinae* s.l. и *Oxytorinae* России и ряда сопредельных территорий, составлена наиболее полная и современная свodka по палеарктической фауне этих подсемейств; издана монография «Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)» (А.Э. Хумала).

Перспективы развития НИР. Лаборатория продолжает участвовать в проработке ряда проектов Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия», бюджетной темы «Организация биоты грибов, лишайников и насекомых в коренных и производных лесах средней подзоны тайги Республики Карелия» и международного проекта «ГЭП-анализ: сохранение биоразнообразия и ключевые биотопы Восточной Фенноскандии». В дальнейшем предполагается продолжать работы по инвентаризации и изучению видового состава микобиоты и энтомофауны на вновь создаваемых ООПТ, организации мониторинга биоразнообразия на существующих особо охраняемых и антропогенно нарушенных территориях, а также по формированию баз данных видового состава грибов, лишайников и насекомых на указанных объектах. Обширные материалы, накопленные за длительный период исследований, являются хорошей основой для подготовки обобщающих монографических работ, цветных атласов и учебных пособий.

Основные публикации

- Шитерович В.Я. Защита от вторичных пороков лесоматериалов хвойных пород. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. 36 с. (Удостоена премии АН СССР).
- Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 264 с.

- Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 104 с.
- Узенбаев С.Д. Экология хищных членистоногих мезотрофного болота. Петрозаводск, 1988 г. 152 с.
- Шубин В.И. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР (экологическая характеристика). Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 215 с.
- Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 208 с.
- Экосистемы Валаама и их охрана / А.А. Кучко, Н.А. Белоусова, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Карелия, 1989. 200 с.
- Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.
- Яковлев Е.Б. Двукрылые Палеарктики, связанные с грибами и миксомицетами. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 1994. 128 с.
- Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.
- Крутов В.И., Минкевич И.И., Горбунова В.Н. Грибные болезни (микозы) деревьев и кустарников: Учебн. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. 89 с.
- Грибные сообщества лесных экосистем / Ред.: В.Г. Стороженко, В.И. Крутов, Н.Н. Селочник. М.–Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 321 с.
- Полевой А.В. Грибные комары (*Diptera: Bolitophilidae, Ditomyiidae, Keroplatidae, Diadocidiidae, Mycetophilidae*) Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 84 с.
- Грибы заповедника «Кивач» (Аннотированный список видов) /Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М. и др. М., 2001. 90 с.
- Крутов В.И., Минкевич И.И. Грибные болезни древесных пород. Учебное пособие для студентов лесных вузов и слушателей факультетов повышения квалификации по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство». Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 196 с.
- Фактор биоразнообразия и комплексная продуктивность лесных экосистем северо-запада таежной зоны Европейской части России / А.Д. Волков, Т.В. Белогова, Ю.П. Курхинен, С.В. Сазонов, В.И. Шубин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 223 с.
- Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды / Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.).
- Хумала А.Э. Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (*Hymenoptera: Ichneumonidae*). М.: Наука, 2003. 175 с.
- Грибные сообщества лесных экосистем. Том. 2. / Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова. Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 311 с.
- Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-ой междунар. конф. (Ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутов). Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 388 с.
- Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги / Отв. ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 2006. 287 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСНОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ И МИКРОБИОЛОГИИ

Н.Г. Федорец

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
fedorets@krc.karelia.ru*

Краткая история лаборатории. Лаборатория лесного почвоведения и микробиологии организована в 1962 году на базе сектора лесного почвоведения (В.А. Бухман) созданного в 1957 г. при Институте леса КФ АН ССР. С 1963 по 1988 год лабораторию возглавляла к.б.н. Р.М. Морозова, с 1988 г. по настоящее время — д.с.-х.н. Н.Г. Федорец.

За 50-летний период работы достигнуты значительные успехи в области изучения лесных почв и почвенного покрова Республики Карелия, что нашло отражение в создании серии почвенных карт, публикации 20 монографий и сотен статей в тематических сборниках, в отечественных и зарубежных изданиях.

Исследования в области лесного почвоведения проводились в Институте леса по следующим основным направлениям:

- генезис лесных и болотных почв на землях гослесфонда, их диагностика и классификация;
- структура почвенного покрова в основных типах леса и ландшафтов;
- плодородие почв в лесных биогеоценозах;
- биологический круговорот в сосновых, еловых и березовых лесах;
- влияние лесохозяйственных мероприятий на лесные почвы.

Интенсивная вырубка лесов в 40-50 годы поставила перед наукой задачу — оценить влияние лесохозяйственных мероприятий на лесные почвы. На территории южной Карелии изучалось воздействие различных видов рубок, мелиорации на современные почвенные процессы (Р.М. Морозова, Н.В. Егорова, Г.Е. Пятецкий), влияние удобрений на свойства почв лесных питомников Т.И. Левкина).

С 1962 г. начались работы по изучению генезиса и свойств почв под различными типами еловых и елово-березовых лесов. Большое внимание было уделено исследованию гидротермического режима подзолистых супесчаных почв, динамике элементов минерального питания, миграции веществ с почвенными растворами, а также биологическому круговороту азота и минеральных элементов. В результате установлены экологические параметры, определяющие продуктивность насаждений, и выявлена тесная зависимость ее от содержания в почве азота и фосфора (Р.М. Морозова, В.К. Куликова).

В связи с необходимостью повышения продуктивности лесов были начаты исследования по вопросам улучшения плодородия лесных почв путем внесения минеральных удобрений. Были заложены опыты в сосновых и еловых лесах, в результате установлены дозы и сроки внесения удобрений (Р.М. Морозова, В.К. Куликова).

С 1968 года начались комплексные стационарные исследования современных процессов почвообразования на примере подзолистых песчаных почв в заповеднике «Кивач» и на опорном пункте «Кончезеро». Изучались тепловой, водный, газовый и пищевой режимы почв; химический состав природных и почвенных вод и биологический круговорот в сосняках брусничных и лишайниковых. Впервые в Карелии изучена микроструктура почвенного покрова, выявлена роль атмосферных и грунтовых вод в формировании режимов влажности почв, составлена их почвенно-гидрологическая модель, позволяющая определять начальные стадии заболачивания сосновых лесов (Р.М. Морозова, В.К. Куликова, И.П. Лазарева, Г.В. Еруков, Г.В. Власкова). На опорном пункте «Кончезеро» расширяются исследования по проблеме повышения плодородия почв. Изучено влияние азотных удобрений на химические свойства, пищевой режим подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв, получены данные о балансе вносимых элементов (В.К. Куликова, Н.Г. Федорец). Экспериментальные материалы легли в основу «Методических рекомендаций по применению удобрений в лесах Карельской АССР» (1981).

Начатые в 1975 году исследования структуры почвенного покрова, продолжены в районе Костомукши, где впервые проведены работы, связанные с инвентаризацией, учетом и качественной оценкой земельных ресурсов (Г.В. Еруков, Р.М. Морозова, И.П. Лазарева). Одновременно продолжают исследования влияния антропогенного воздействия на почвы республики: (А.А. Стрелкова), удобрений (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец), лесосушительной мелиорации (Р.М. Морозова), лесозаготовительной техники (И.П. Лазарева), рекреации (И.П. Лазарева, Р.М. Морозова). Были развернуты работы, связанные с определением роли почвы как компонента ландшафта, классификацией, диагностикой и повышением плодородия лесных почв. Проводились исследования, связанные с воздействием отходов ЦБК на лесные почвы и с их утилизацией (Н.Г. Федорец, Р.В. Леонтьева).

С 1980 года развернулись работы по изучению структуры почвенного покрова ландшафтов южной Карелии и разработке основ классификации лесных земель. Составлена крупномасштабная карта Валаамского архипелага (Р.М. Морозова, И.П. Лазарева). Значительное развитие в лаборатории получили исследования, связанные с биологией лесных почв. Первые работы по микробиологической характеристике основных почвенных

разностей и обоснованию способов обработки почв вырубок под лесные культуры появились в Карелии в середине пятидесятых годов: рассматривался состав микробоценозов в основных типах леса, уделялось внимание воздействию лесохозяйственных мероприятий на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, рубок леса. К 60-м годам относится начало исследований по влиянию на биологическую активность лесоосушительной мелиорации и обработки торфяно-болотных почв (В.И. Шубин, В.М. Данилевич, Г.С. Пятецкий, Р.М. Морозова). Были выявлены пути оптимизации биологической активности торфяно-болотных почв, определяющие изменения лесорастительных условий при осушении и внесении удобрений (Л.С. Козловская, Л.М. Загуральская, Г.С. Антипина). Л.С. Козловской было положено начало исследованиям по почвенной зоологии, определена роль отдельных групп беспозвоночных, специфика их участия в деструкции растительных остатков, характер взаимоотношений с микроорганизмами. Результаты работ обобщены в монографии Л.С. Козловской «Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества» (1976).

Впервые в Северо-Западном регионе начаты исследования по разложению отдельных торфообразующих растений (Л.С. Козловская, Н.И. Германова, Р.А. Егорова). Выявлены основные закономерности и региональные особенности процессов деструкции органического вещества и факторы, определяющие их ускорение и повышение плодородия почв.

Детальное изучение перечисленных вопросов дало возможность перейти к разработке путей направленного регулирования характера и интенсивности обменных процессов в системе почва-растение, что является важным аспектом хозяйственного использования почв.

Вопросы изучения структуры альгосинузий освещены в монографии Э.А. Штины, Г.С. Антипиной, Л.С. Козловской «Альгофлора болот Карелии и ее динамика» (1981). В настоящее время расширены исследования на суходолах в естественных и формирующихся антропогенных биогеоценозах. Изучаются структурно-функциональные особенности сообществ почвенных организмов, их роль в почвообразовательном процессе и выделены сукцессионные ряды. Проводимые исследования позволяют наметить пути направленного воздействия на микробную компоненту различными мелиоративными и агротехническими средствами с целью повышения интенсивности процессов биологической минерализации органического вещества. Необходимо показать возможность использования почвенно-микробиологических исследований для прогнозирования экологических последствий проведения лесохозяйственных мероприятий, обоснования наиболее целесообразных режимов обработки почв под лесные культуры.

Утвержденные направления и современная тематика НИР.

В настоящее время в лаборатории ведут исследования 1 доктор, 4 кандидата наук, 6 химиков-аналитиков и 2 аспиранта. Исследования проводятся по следующим, утвержденным Российской академией наук, направлениям:

- географические особенности структуры почвенного покрова, генезис и плодородие лесных почв, их диагностика, классификация, продуктивность;

- антропогенная трансформация; потоки химических элементов в системе атмосфера-растительность-почва;

- роль микробиоты в процессе почвообразования.

Многолетние исследования лаборатории лесного почвоведения и микробиологии позволили приступить к моделированию процессов почвообразования, составлению кадастра лесных земель и разработке научных основ почвенного мониторинга (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, И.П. Лазарева, Г.В. Еруков, Г.В. Шильцова, О.Н. Бахмет).

На данном этапе продолжается исследование структуры почвенного покрова и лесорастительных свойств почв, существенно модифицирована почвенная карта региона, составлен ряд крупномасштабных карт охраняемых природных территорий (заповедника «Кивач», российско-финляндского парка «Дружба», планируемых ООПТ (Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет, Н.Г. Федорец). В это же время развивается активное сотрудничество Института леса КарНЦ РАН с Лесным институтом Финляндии: проводятся исследования почв приграничных территорий и влияние различных способов ведения лесного хозяйства на них. Разработаны концептуально-балансовые модели круговорота азота в сосновых лесах региона и принципы бонитировки лесных земель северо- и средне-таежных подзон Северо-Запада России. Обобщены многолетние данные по содержанию и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах. Исследуется биохимический состав лесных подстилок и их роль в процессах продуктивности лесных биогеоценозов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Регулярно проводится оценка загрязнения почв аэротехногенными поллютантами и его динамики за каждые пять лет. Составлены карты загрязнения РК тяжелыми металлами. Эти карты вошли в атласы «Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1995 and 1995-1996» (1996, 1998) и «Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой» (1998) (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, Г.В. Шильцова). Подготовлена монография «Почвы Карелии: геохимический атлас» (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, А.Н. Солодовников). По договору с Министерством сельского хозяйства республики проводится исследование эко-

логического состояния почв крупных промышленных центров республики: Петрозаводска, Костомукши, Кондопоги (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, М.В. Медведева).

По программе ОБН РАН «Проблемы общей биологии и экологии : рациональное использование биологических ресурсов» исследуются природные факторы формирования биоразнообразия в лесных экосистемах средней тайги (Н.Г. Федорец, В.И. Крутов). По основным направлениям фундаментальных исследований ОБН РАН проводится изучение эколого-геохимических и биологических закономерностей почвообразования в таежных лесных экосистемах (Н.Г. Федорец). Совместно с другими лабораториями Института леса по программе фундаментальных исследований ОБН РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» продолжается изучение лесных ресурсов Республики Карелия, проводится оценка состояния, динамика и разрабатываются научные основы управления, дается оценка биоресурсного потенциала лесных ландшафтов в условиях северо-запада таежной зоны России, выявляются их природные особенности, методы сохранения и восстановления. Совместно с лабораторией лесовосстановления проводятся исследования воздействия лесохозяйственных мероприятий (посадка леса на вырубках) на свойства почв. Устанавливаются особенности воздействия различных способов искусственного лесовосстановления на свойства почв различного механического состава и уровня увлажнения.

В рамках программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования» разрабатывается проект «Разработка технологии утилизации отходов деревообрабатывающих производств и целлюлозно-бумажных комбинатов» (Н.Г. Федорец).

Сотрудники лаборатории принимали участие в проекте ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 годы». Исследовали воздействие агропромышленного комплекса на окружающую среду на Европейском Севере.

Исследования лаборатории поддерживаются российскими и международными грантами. Получено 8 грантов РФФИ, 2 гранта фонда содействия отечественной науке, 8 международных грантов.

Основные итоги фундаментальных НИР

Обобщены результаты многолетних исследований содержания и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах Восточной Фенноскандии. Установлены основные факторы формирования гумусовых профилей различных типов почв в сосновых и еловых лесах. Выяв-

лена роль почвенной фауны и микробиоты в трансформации растительного вещества и в формировании количественного и качественного состава азотных соединений, их пространственной и временной изменчивости. Установлено, что структура азотного фонда лесных почв характеризуется высокой стабильностью в зональном и экологическом аспектах. Воздействие лесохозяйственных мероприятий проявляется во временном изменении количественных показателей. Стабильность азотного фонда лесных почв определяет устойчивость характера биологического круговорота в лесных экосистемах. Выявлена тесная корреляционная взаимосвязь между продуктивностью хвойных древостоев в гумидной зоне и запасами органического вещества и азота в корнеобитаемом слое почв. Данные исследования легли в основу бонитировки лесных почв Карелии и представлены в виде монографии «Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах» (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Впервые для северной и среднетаежной подзон Северо-Запада России разработаны принципы бонитировки лесных земель и составлены оценочные шкалы плодородия лесных почв, являющиеся основой земельного кадастра. Составлены генетическая почвенная карта М 1:1000 000 и карта плодородия лесных почв Карелии М 1:500 000. Исследована структура почвенного покрова, показано, что ведущую роль в его строении играют 3-4 компонентные сочетания подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв. Элементарные почвенные ареалы представлены болотными и примитивными почвами. Проведен анализ взаимосвязей показателей почвенного плодородия и продуктивности лесов, выявлены наиболее информативные группы почвенных свойств. На основании генезиса, плодородия, структуры почвенного покрова в лесных биогеоценозах разработана система типологической оценки лесных почв. Построены многофакторные модели связи продуктивности древостоев с параметрами плодородия почв, проведено районирование территории Республики Карелия по почвенным лесорастительным показателям (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Впервые проведено обследование лесной территории Карелии и дана оценка ее состояния в связи с аэрогенным загрязнением. Разработаны оценочные шкалы содержания тяжелых металлов и серы во мхах и лесных подстилках. Определены региональные фоновые концентрации. Создан атлас загрязнения лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой, состоящий из 20 компьютерных картосхем. Заложена сеть пробных площадей лесного мониторинга (120 п.п., плотность = 1 пр. пл. на 1000 кв. км). Дана оценка воздушного загрязнения на территории Карелии по химическому анализу зеленых мхов и лес-

ных подстилок, выявлены основные вещества-загрязнители. Исследования проводились в рамках международных проектов “Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe, 1995, Air Pollution and Vegetation, 2000, 2005). Установлено, что основными источниками аэротехногенных поллютантов на территории республики являются промышленные центры и основные транспортные магистрали, а также предприятия граничащих с Карелией регионов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Разработаны теоретические аспекты процессов буроземообразования на шунгитсодержащих материнских породах, раскрывающих их структурную организацию и функции как природного тела, разработана диагностика и таксономия данных почв. Выявлена реакция буроземных почв на различные виды антропогенного воздействия, начиная с микро- до макроуровня. Проведено почвенно-геохимическое районирование Заонежья, которое показывает территории с различной степенью устойчивости почв и почвенного покрова к воздействию лесопромышленного и горно-рудного производства и их способность к рекультивации (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

Разработана концепция сохранения разнообразия почв как условия сохранения биоразнообразия лесных экосистем Северо-Запада России. Исследована внутрибиогеоценотическая изменчивость основных почвенных параметров, определены факторы данной неоднородности. Выявлены минералогические и химические характеристики почвообразующих пород, определяющие разнообразие почв и биоразнообразие сообществ, сформировавшихся на них. Показана приуроченность основных представителей флоры и фауны таежных лесов (сосудистых растений, мхов, грибов, лишайников, энтомофауны, микроорганизмов, позвоночных животных и др.) к определенным лесорастительным условиям. Установлено, что антропогенное воздействие на видовое разнообразие биотопов таежных экосистем неоднозначно и тесно связано с его структурой и эколого-трофическими условиями (Н.Г. Федорец, В.И. Крутов, О.Н. Бахмет, Р.М. Морозова, А.М. Крышень).

Впервые проведено изучение почв и структуры почвенного покрова приграничной территории России и Финляндии, а также российско-финляндского парка «Дружба». Составлены генетические почвенные карты М 1: 200 000 и М 1: 50 000 с легендой в терминологии ФАО ЮНЕСКО (1990). Выявлено влияние интенсивного ведения лесного хозяйства на процессы почвообразования на территории Финляндии в сравнении с почвами ненарушенных лесных массивов приграничной полосы Карелии. Установлено, что интенсивное лесохозяйственное освоение территории приводит к снижению содержания органического вещества и повышению

кислотности почв сухих местообитаний. Однако, современные технологии ведения лесного хозяйства, применяемые в Финляндии, позволяют сохранить плодородие лесных почв, о чем свидетельствуют высокие запасы в них элементов минерального питания (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

На основании многолетних исследований обобщены данные по почвенному фонду республики, площадному распределению почв в подзонах северной и средней тайги Карелии. Дана характеристика почв сосновых, еловых и лиственных лесов и различных типов вырубок разного возраста. Приведены сведения о кислотно-щелочных свойствах почв и запасах элементов минерального питания в корнеобитаемом слое. Дана характеристика плодородия земель сельскохозяйственного назначения. По данным материалам опубликована монография «Земельные ресурсы Карелии и их охрана» (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец).

Впервые проведен эколого-геохимический анализ миграции химических элементов в почвах Восточной Фенноскандии, составлен геохимический атлас карт. Охарактеризованы особенности накопления и миграции макро- и микроэлементов в профиле различных типов почв. Полученные данные позволили разделить автохтонное и аллохтонное поступление химических элементов в лесные почвы. Большое внимание уделено экологическому состоянию почв на территориях, испытывающих повышенные антропогенные нагрузки. Проведено ранжирование отдельных районов по степени аэротехногенного воздействия на лесные почвы (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет). Оценены морфологические и биохимические характеристики органо-профилей лесных почв Северо-Запада России в качестве индикаторов химических свойств почв и продуктивности древесных насаждений. Показано, что для древостоев на маломощных почвах, развитых на коренных породах, решающее значение имеет количество и качество органического вещества. Для произрастания древостоев на почвах большей мощности, развитых на моренных отложениях, определяющим фактором, явилось количество элементов минерального питания. Построены многофакторные модели связи продуктивности древостоев с высокосignификантными показателями органической составляющей почв. (О.Н. Бахмет).

Рассмотрены особенности экологии городских почв. Показана роль микроорганизмов как индикаторов качества почв урбанизированных территорий. Разработаны рекомендации по устранению негативных воздействий на городские земли (Н.Г. Федорец, М.В. Медведева).

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР

Составлены генетическая почвенная карта М 1:1000 000 и карта плодородия лесных почв Карелии, которая служит основой составления земельного кадастра РК (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова).

Составлены почвенные карты охраняемых и особо охраняемых природных территорий, которые используются при выделении ООПТ. Распоряжением Правительства РФ от 30.11.2006 г. № 1654-р на территории Республики Карелия создается национальный парк «Калевальский», в обосновании которого принимали участие сотрудники лаборатории (Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

По договору с национальным парком «Водлозерский» организован мониторинг состояния и устойчивости коренных древостоев (А.И.Чех, Л.В.Бабкина).

Созданы два атласа цветных карт загрязнения территории Республики Карелия тяжелыми металлами и серой (Н.Г. Федорец, В.В. Дьяконов, П.Ю. Литинский, О.Н. Бахмет, Г.В. Шильцова, А.К. Морозов, А.Н. Солодовников).

В рамках программы ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002—2006 г. г.) исследована экологическая ситуация и состояние почв в малых населенных пунктах. Разработаны рекомендации по устранению негативных техногенных воздействий на городские почвы, включая Петрозаводск, которые переданы в мэрию г. Петрозаводска (Н.Г. Федорец, М.В. Медведева, Е.В. Мошкина, Ю.Н. Ткаченко).

По договору с музеем-заповедником Кижи создана карта загрязнения острова тяжелыми металлами, включая почвы садов и огородов, а также выращиваемую на них сельскохозяйственную продукцию (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец, Ю.Н. Ткаченко).

По договору с «Центрлеспроект» (г. Москва) разработаны методы рекультивации нарушенных почв о. Валаам (Н.Г. Федорец, Г.В. Шильцова, В.Г. Ласточкина).

Опубликованы 3 учебно-методические пособия для студентов ВУЗов: «Плодородие почв Карелии» (Н.Г.Федорец, Р.М.Морозова), «Динамика почв лесных ландшафтов Карелии» (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет), «Методы классифицирования и описания фитоценозов и почв» (А.М. Крышень, Н.Г. Федорец, Ю.В. Преснухин, С.М. Синькевич).

Исследованы химический и токсикологический состав отходов ДОП и ЦБК для их утилизации путем создания органических удобрений (Н.Г.Федорец, О.Н.Бахмет).

Создан электронный банк данных морфологических, физических и химических свойств почв, который постоянно пополняется (А.Н. Солодовников).

В районе Костомукшского ГОКа (ОАО «Карельский окатыш») организован локальный эколого-биологический мониторинг, а также полигон интегрированного мониторинга, на котором совместно с сотрудниками других институтов Карельского научного центра и Лесным институтом Финляндии проводились исследования воздействия аэротехногенных выбросов и трансграничного переноса поллютантов на лесные экосистемы.

В среднетаежной подзоне Карелии оборудованы две пробные площади и проводятся исследования по международной программе «ICP-Forests» с целью оценки состояния лесов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

На отвалах карьера по добыче железной руды проводится исследование первичных процессов восстановления биогеоценозов (Н.Г. Федорец, А.И. Соколов, Г.В. Шильцова, Н.И. Германова, А.М. Крышень, Г.С. Антипина).

Перспективы развития НИР

В соответствии с основными утвержденными направлениями исследований лаборатории планируется дальнейшее углубленное изучение генезиса лесных почв, установление роли лесных подстилок для продуктивности древесных насаждений, исследование биохимического состава органической составляющей почвы. Значительное внимание будет уделено процессу микробиологической трансформации азотсодержащих соединений, процессам превращения одних форм в другие. Планируется перейти к представлению азотного фонда от фракций, выделяемых путем применения различных растворителей, а к исследованию химического состава легко-, трудно- и негидролизующих форм. Значительное внимание будет уделено исследованию первичных процессов почвообразования на коренных породах, особенно — микроморфологическим исследованиям.

Планируется переход к составлению электронных крупномасштабных почвенных карт РК, включая охраняемые природные территории.

Продолжатся эколого-геохимические исследования в различных ландшафтах северной и средней тайги. Будут исследоваться особенности распределения макро- и микроэлементов в профиле почв, выделяться радиальные и латеральные геохимические барьеры. Планируется составление геохимической карты РК.

Значительное внимание планируется уделять влиянию антропогенного воздействия на лесные почвы (рекреация, рубка леса, загрязнение территории, включая потоки химических элементов в системе атмосфера-растение-почва).

Дальнейшее развитие получают исследования плодородия лесных почв, для чего планируется создание атласа карт продуктивности почв на основе карты плодородия М 1:500000.

Основные публикации

За период существования лаборатории лесного почвоведения и микробиологии опубликованы монографии и сборники статей:

Морозова Р.М., Володин А.М., Федорченко М.В. и др. Почвы Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1981. 192 с.

Генезис и свойства песчаных почв Карелии / Ред. Л.С.Козловская, Р.М.Морозова. Ленинград: Наука, 1982. 144 с.

Влияние хозяйственных мероприятий на лесные почвы Карелии / Ред. Л.С. Козловская, Р.М. Морозова. Петрозаводск: Изд-во Кар. филиала АН СССР, 1983. 164с.

Еруков Г.В., Власкова Г.В. Гидротермический режим почв сосновых лесов Карелии. Л.: Наука, 1986.111с.

Исследование лесных почв Карелии / Ред. Р.М.Морозова, Л.М. Загуральская. Петрозаводск: Изд-во Кар. филиала АН СССР, 1987. 173 с.

Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.

Антропогенная динамика почв таежных экосистем / Ред. О.Г.Чертов. Петрозаводск: Карелия, 1992. 218 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Современные процессы почвообразования в хвойных лесах Карелии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1992. 282 с.

Загуральская Л.М. Микробная трансформация органического вещества в лесных почвах Карелии. Санкт-Петербург: Наука, 1993. 136 с.

Морозова Р.М. Систематика почв Карелии в терминологии ФАО-ЮНЕСКО. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1996. 19 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Бахмет О.Н. Почвенный покров лесных ландшафтов Карелии и его антропогенная динамика: Учебное пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 82 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 194 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М. Плодородие лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 114 с.

Морозова Р.М., Лазарева И.П. Почвы и почвенный покров Валаамского архипелага Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 169 с.

Федорец Н.Г., Дьяконов В.В., Литинский П.Ю., Шильцова Г.В. Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 50 с.

Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности и трансформация соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003.240 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 187 с.

- Морозова Р.М., Федорец Н.Г.* Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 153 с.
- Федорец Н.Г., Медведева М.В.* Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 96 с.
- Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах. Материалы международной конференции. Петрозаводск, Россия, 6-10 сентября 2005 г. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 345 с.
- Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах. Путеводитель почвенных экскурсий международной конференции. Петрозаводск, Россия, 6-10 сентября 2005 г. РИО КарНЦ РАН, 2005. 79 с.
- Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги / Ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 287 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИОЛОГИИ И ЦИТОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Л.Л. Новицкая

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50
novits@krc.karelia.ru*

История создания лаборатории физиологии и цитологии древесных растений. Исследования в области физиологии древесных растений в Институте леса начаты в 1959 г., когда при секторе лесоведения была создана группа физиологии и биохимии древесных растений (рук. к.б.н. Р.К. Саляев, впоследствии чл.-корр. РАН, проф.). В 1962 г. на ее базе организована лаборатория физиологии древесных растений, в последующем несколько раз менявшая свою структуру и название (в 1962—1988 гг. зав. к.б.н. Ю.Е. Новицкая, в 1988—1994 гг. — к.б.н. В.В. Габукова, в 1994—1997 гг. — к.б.н. Т.А. Сазонова). Одновременно в Институте леса развивалось селекционно-генетическое направление, в рамках которого с 1960 г. под руководством к.с.-х. н. В.И. Ермакова начато широко-масштабное изучение формового разнообразия популяций сосны обыкновенной в Карелии и Мурманской области, ели, осины и березы в Карелии. В 1968 г. была создана лаборатория генетики и селекции древесных растений (и.о. зав. к.с.-х.н. В.И. Ермаков), в 1973 г. — лаборатория цитологии, генетики и селекции древесных растений (в 1973—1977 гг. зав. к.б.н. Г.М. Козубов, в 1977—1985 гг. — к.с.-х.н. В.И. Ермаков, в 1986—1993 гг. — к.б.н. В.В. Тренин, в 1993-1997 гг. — к.б.н. Л.Л. Новицкая). В 1997 г. на базе этих лабораторий сформирована нынешняя лаборатория физиологии и цитологии древесных растений, которую по настоящее время возглавляет д.б.н. Л.Л. Новицкая.

Направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории проводят исследования по следующим направлениям:

- структурно-функциональные и эколого-физиологические закономерности биопродукционного процесса в лесных фитоценозах;
- биохимические и физиологические процессы у древесных растений в природе и культуре *in vitro*.

Важнейшие результаты НИР в области цитологии древесных растений

Цитологические исследования ведутся в Институте леса с 1963 г. Под руководством Г.М. Козубова было начало изучение биологических особенностей плодоношения главных лесообразующих пород в условиях

Севера. Подробно рассмотрены морфолого-экологические особенности репродуктивной сферы хвойных, прослежены микро- и макроспорогенез, гаметогенез, процессы формирования эмбрионов, описана ультраструктура микроспороцитов, пыльцы, нуцеллуса, женского гаметофита и др. По материалам исследований совместно с Ботаническим институтом АН СССР им. В.Л. Комарова изданы «Атлас ультраструктуры растительных клеток» (1972), удостоенный премии АН СССР им. К.А. Тимирязева, и «Атлас ультраструктуры растительных тканей» (1980). Продолжение электронно-микроскопического изучения генеративной сферы хвойных позволило в дальнейшем получить материалы, характеризующие ультраструктуру клеток основных тканей репродуктивных органов хвойных в ходе их развития, а также сроки прохождения основных эмбриологических процессов и их особенности у представителей семейства сосновых в условиях Карелии. Практически была заложена основа нового направления в эмбриологии хвойных — ультраструктурная эмбриология хвойных (Г.М. Козубов, В.В. Тренин).

Важные в научном отношении результаты были получены при изучении ультраструктуры клеток мезофилла хвои сосны и ели в годичном цикле. Выявлены изменения в структурной организации клеток мезофилла, которые свидетельствуют о переходе их из одного состояния дифференциации в другое, что сопровождается функциональными изменениями различных систем клетки, и прежде всего функций питания и дыхания. Летом хвоя функционирует как листья обычных высших растений и ультраструктура хлоренхимы аналогична тонкому строению мезофилла других высших растений. В осенне-зимне-весенний период клетки мезофилла приобретают строение, характерное для секреторных и выделительных клеток. Показано значение этих изменений с точки зрения адаптации фотосинтезирующей ткани хвойных к неблагоприятным условиям среды, выработанной в процессе длительной эволюции (Ю.Е. Новицкая).

Следующее направление в цитологических исследованиях связано с изучением биологии карельской березы, включая механизмы формирования ее узорчатой древесины. Работы были начаты с анализа фрагментов аномальной древесины уникального древесного растения, который выявил комплекс постоянных особенностей ее субмикроскопического строения, не зависящих от жизненной формы растения (к.б.н. Л.А. Барильская). Эти исследования продолжены и расширены в ходе изучения морфогенеза при регенерации тканей ствола обычной березы. Результаты микроскопического анализа последовательных этапов формообразовательных процессов позволили выявить определенное сходство между аномальным ксилемо- и флоэмогенезом в очагах поранения у березы повислой с обычным строением тканей ствола и формированием тканей

вторичного проводящего цилиндра в зонах структурных аномалий ствола карельской березы. Показано, что в процессе заживления ран по мере восстановления целостности и нормального функционирования путей флоэмного транспорта ассимилятов специфический морфогенез постепенно уступает место формированию обычных по строению тканей. Данный вывод послужил основой для изучения ультраструктурных особенностей проводящей флоэмы березы карельской в связи с формированием древесины разной степени узорчатости, результаты которого позволили подойти к пониманию метаболических причин нарушения обычной архитектоники тканей вторичного проводящего цилиндра ствола (Л.Л. Новицкая).

Важнейшие результаты НИР в области физиологии древесных растений

Первые работы по физиологии растений в Институте леса были связаны с исследованием механизмов поглощения веществ корнем. Был решен ряд вопросов, касающихся влияния минеральных и органических удобрений на поступление элементов зольного питания и азота в семена основных лесообразующих пород таежной зоны. Изучение физиологии активной части корневых систем позволило установить взаимосвязи между ростовыми процессами в корневых окончаниях и их поглотительной способностью. Был установлен критический порог поступления питательных веществ из почвы в корень и выявлены оптимальные сроки внесения удобрений (руководитель направления — в то время к.б.н. Р.К. Саляев).

Участие в лесоводческих исследованиях, направленных на решение задач лесовосстановления и повышения продуктивности лесов привело в дальнейшем к расширению тематики исследований. Основным направлением стало изучение физиологии и биохимии роста и развития хвойных растений и адаптации их к условиям Севера. Было изучено влияние типов леса, классов роста деревьев, породного состава насаждений, условий минерального питания, светового и температурного режимов на показатели основного и вторичного обменов веществ, содержание и соотношение ингибиторов и стимуляторов роста, количественный и качественный состав пигментов пластид, окислительно-восстановительные процессы, ультраструктуру клеток мезофилла, структуру и плотность древесины. Полученные в этот период данные имели как прикладное, так и общебиологическое значение, в частности внесли важный вклад в понимание становления растительной формы жизни в процессе эволюции. Высокий уровень новизны имели работы по составу транспирационной жидкости. Впервые было показано, что растения в процессе жизнедеятельности выделяют в окружающую среду наряду с летучими органическими веществами и водорастворимые неорганические соединения (аммиачный и нит-

ратный азот, фосфор, калий). Выделение перечисленных химических веществ происходит одновременно с транспирацией. Это позволило расширить представление о самом процессе транспирации, под которым теперь понимают не только испарение воды, но и выделение вместе с водой различных химических веществ. Проведение исследований в годичном цикле позволило выявить взаимосвязь физиолого-биохимических процессов между собой, связь структуры и функций и закономерности изменений обмена веществ и ультраструктуры клеток мезофилла хвои. Показано, что у хвойных растений в течение года дважды наблюдаются глубокие изменения обмена веществ и ультраструктуры: в сентябре — октябре, при переходе от летнего к зимнему периоду, и в марте — апреле, при переходе от зимнего к летнему. При изучении молекулярной организации пигментной системы установлено, что в интактной пластиде зеленые пигменты образуют сложные комплексы с белками и липидами. Характер связи пигментов с ними меняется в зависимости от сезона года. Особенно высокая прочность хлорофилла со своими носителями наблюдается в ноябре-январе, самая низкая — в мае-июне. В результате оригинальных опытов впервые были получены данные, свидетельствующие о наличии синтеза хлорофилла «а» в хвое сосны зимой в полной темноте. Пластическим материалом для этих синтезов могли служить только готовые органические вещества, содержащиеся в цитоплазме. Сопоставление данных физиолого-биохимического анализа с сезонными особенностями ультраструктуры клеток мезофилла хвои дало основание предположить наличие у хвойных зимой гетеротрофного питания и получение энергии за счет различных типов дыхания. Показано усиление в хвое в осенне-зимне-весенний период анаэробного и пентозофосфатного путей дыхания. В неблагоприятных условиях среды у хвойных растений выявлена высокая активность пероксидазы — фермента, катализирующего окисление субстратов с помощью перекиси водорода, при разложении которой образуется атомарный кислород, обладающий очень высокой активностью. Сделан вывод о том, что способность хвойных растений длительное время поддерживать обмен веществ без кислорода воздуха при участии метаболического кислорода во многом определяет перенесение ими неблагоприятных периодов, в том числе зимних условий. Неполное окисление органических веществ при анаэробном дыхании создает возможность участия их в процессах синтеза, а также способствует образованию и накоплению высоковосстановленных соединений, в том числе липидов, куда входят и углеводороды (эфирные масла и смолистые вещества). Протекание указанных биохимических процессов в зимней хвое возможно только при ее достаточной оводненности. Установлено, что сохранению высокой оводненности хвои в это время способствует ряд внешних приспособлений,

защищающих растения от потери воды при транспирации (иглы покрываются толстым слоем кутикулы с налетом воска, устьица закрываются, и происходит их засмоление). Большое влияние на состояние водного режима оказывает внутреннее состояние клеток мезофилла, у них изменяются свойства протоплазмы, в результате чего увеличивается водоудерживающая сила и усиливается сопротивляемость отдаче воды. Почти вся вода представлена фракцией жесткоструктурированной воды. Сохранение на определенном уровне оводненности хвои зимой обусловлено также высоким содержанием олигосахаридов, которые образуют комплексные соединения с протоплазмными белками и увеличивают оводненность плазмменных коллоидов, и калия, обладающего высокой гидрофильностью. Определенное влияние на водный режим хвойных растений оказывает метаболическая вода, образующаяся при конденсации высокополимерных соединений, в том числе углеводов, при окислении липидов, расщеплении АТФ и т.д. (руководитель направления — к.б.н. Ю.Е. Новицкая).

В 1971 г. в лаборатории физиологии древесных растений была организована научная группа, состоящая в основном из физиков. Этот коллектив, используя созданную им оригинальную систему непрерывной регистрации экофизиологических процессов, занимался исследованием временной организации процессов фотосинтеза, транспирации, роста, их взаимных связей и связи со средой. Полученные данные позволили выявить ритмологические и параметрические аспекты адаптации сосны к условиям Севера. Измерены количественные величины транспирации и потребления влаги сосной и средневозрастными сосновыми насаждениями. Исследованы суточная и сезонная динамика CO_2 -газообмена побегов сосны обыкновенной и влияние на нее внешних и внутренних факторов. Рассчитаны месячные и годовые балансы CO_2 -газообмена в разных типах леса. В совместных проектах с Академией Финляндии разработаны модели отдельных физиологических процессов и варианты динамических моделей сосновых лесов до 100 лет. Существенные результаты получены при исследованиях закономерностей формирования структуры сосны. Показано, что в транспортной системе дерева между размерами и массой разных органов существуют строгие линейные связи, сохраняющиеся во всем ареале сосны, вплоть до Воронежа, Иркутска и Китая. На основе количественных величин потребления влаги и закономерностей формирования структуры найдены инвариантные характеристики водного режима, показано, что тонна хвои испаряет, а единица площади ксилемы проводит за год в любых сосновых древостоях постоянное количество воды. Выявленные закономерности значительно облегчают исследование таксационных характеристик и балансовых показателей древостоев. Проведено

исследование роста и развития сосновых древостоев в условиях длительного и интенсивного влияния токсичных поллютантов (Мончегорск). Основой для исследований служила информация, полученная ранее в относительно чистых условиях. Показано, что воздействие токсикантов приводит к закупорке устьиц, деструкции воскового налета и структурных элементов хвои, снижению фотосинтеза (до 40% от естественного уровня), дыхания (на 50%), нарушениям в водном режиме и значительному снижению интенсивности роста. Интенсивно загрязненные древостои из объектов стока CO_2 превращаются в источник эмиссии CO_2 в атмосферу, что может оказать влияние на глобальный цикл углерода (руководитель направления — д.б.н. Л.К. Кайбияйнен).

С 1986 г. по 1991 г. исследования лаборатории были направлены на изучение физиолого-биохимических характеристик процессов сексуализации и семеношения сосны. Сравнительное изучение разнополых побегов позволило определить, что различия между ними носят чисто количественный характер и не проявляются на качественном составе исследуемых веществ. Направленность сезонной динамики основных метаболитов в годичном цикле развития, обусловленная сезонной периодичностью климата, сохраняет свои особенности в побегах разной сексуализации и у деревьев различной семенной продуктивности, однако на определенных этапах половой дифференциации ткани побегов, несущих генеративные органы, предъявляют неодинаковые требования к условиям внешней и внутренней среды, по-разному трансформируют в метаболизме одни и те же вещества. Это вызывает не только изменение концентраций исследуемых веществ, но и временной сдвиг максимумов и минимумов в их динамике в зависимости от этапа морфогенеза, типа сексуализации и урожайности клона. Следующим этапом стало изучение влияния промышленного загрязнения на физиологические процессы у сосны. В ходе исследований в районе Костомукшского ГОКа была выявлена скрытая фаза деградации сосняков. В качестве диагностического признака для ее определения, а также выявления силы воздействия эмиссий предложено использование величины коэффициентов накопления серы, калия, хлорофилла «а», индексы охвоенности побега и продолжительности жизни хвои (руководитель направления — к.б.н. В.В. Габукова).

Дальнейшие исследования были связаны с выявлением физиолого-биохимических показателей, по которым можно было бы характеризовать ход роста и развития сосны на отдельных этапах онтогенеза. Изучение особенностей метаболизма азотистых соединений, углеводов, липидов, пигментов, активности и изоферментного спектра пероксидазы показало, что на протяжении всей жизни растение стремится к поддержанию гомеостаза. Основные биохимические характеристики не зависят от воз-

раста растения, а направлены на осуществление главных жизненных функций (рост и размножение), на адаптацию сосны к перенесению неблагоприятных условий окружающей среды, в частности, низких температур зимы. На всех этапах онтогенеза одинакова динамика физиолого-биохимических характеристик при переходе сосны к росту и в покоящееся состояние. В то же время показано, что на разных этапах индивидуального развития дерева обменные процессы имеют свои особенности. Выявлены изменения уровня белков, свободных аминокислот, растворимых и нерастворимых углеводов, суммарных липидов, фосфорсодержащих соединений в процессе прорастания семян сосны, формирования проростков и сеянцев, в период начала плодоношения и в годы обильного заложения генеративных органов, а также в ходе естественного затухания физиологических функций (руководители направления — к.б.н. Т.А. Шуляковская, д.б.н. Н.П. Чернобровкина).

Широкие перспективы для изучения вопросов морфо- и органогенеза древесных растений открывает метод культуры тканей. В данной связи в лаборатории создана соответствующая экспериментальная база, на основе которой ведется изучение потенциальных способностей отдельных органов и тканей березы к морфогенезу и регенерации *in vitro*. На сегодняшний день проведена отработка этапов клонального микроразмножения березы от введения исходных тканей (эксплантов) в культуру до получения растений-регенерантов. Осуществляется массовое воспроизводство селекционных форм с целью получения посадочного материала и создания долгосрочных опытов по изучению роста и развития растений, полученных из изолированной культуры тканей (руководитель направления — д.б.н. Л.В. Ветчинникова).

В последние 10 лет особое внимание в исследованиях лаборатории уделяется изучению цитологических, физиолого-биохимических и эколого-физиологических аспектов отклонений от нормального роста и развития древесных растений. Исследования в данном направлении, как и в прежние годы, нацелены на решение фундаментальной проблемы физиологии древесных растений — выявление механизмов регуляции их роста и развития, поиск путей эффективного управления этими процессами. Изучение растений с аномалиями роста и развития органов и тканей имеет ряд преимуществ, среди которых можно отметить следующие: любое отклонение от нормы позволяет глубже и всесторонней понять механизм нормального процесса, что в дальнейшем дает возможность более эффективно управлять им; формирование структурных аномалий ствола часто становится причиной снижения общей продуктивности древесного растения и качества древесины; возникновение многих экзогенных и эндогенных аномалий связано с загрязнением окружающей среды промышлен-

ными отходами, пестицидами, радиоактивными веществами, и соответственно древесные растения могут служить индикаторами таких загрязнений; отклонение от нормального роста и развития осевых органов часто связано с изменением текстуры древесины и, таким образом, открывает пути для изучения закономерностей ее формирования (руководитель направления НИР — д.б.н. Л.Л. Новицкая).

В связи с выбором нового направления исследований лаборатории следует отметить, что аномалиям роста и развития древесных растений в Институте леса всегда уделялось должное внимание. С момента его организации в 1958 г. и по настоящее время среди постоянных объектов исследования находится карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti), широко известная в мире благодаря высокодекоративной узорчатой древесине. Большой вклад в изучение биологических особенностей этого древесного растения внесли два бывших директора Института леса — к.с.-х.н. Н.О. Соколов и к.с.-х.н. В.И. Ермаков. Выявлены ее морфолого-систематические, биолого-экологические и фитогенетические свойства (Н.О. Соколов); установлены закономерности проявления в гибридном потомстве первого поколения признаков узорчатой текстуры древесины и связанных с ними габитуальных признаков, характерных для родительских форм; исследованы особенности эндогенной и хронографической изменчивости признаков текстуры древесины в сибсовом и полусибсовом потомстве; высказана гипотеза о детерминирующей роли коры в формировании текстуры древесины (В.И. Ермаков). Накопленный за многие годы научный материал по карельской березе является бесценной фундаментальной базой для выявления общебиологических закономерностей аномального роста древесных растений.

Среди исследований сотрудников лаборатории, выполненных или получивших в последние годы научное обобщение можно выделить следующие.

Изучены регуляторные взаимоотношения комплекса тканей, включающих ксилему, камбий и флоэму, на примере видов и форм березы с нормальной и аномальной структурой древесины. Показана приоритетная роль флоэмы, как ткани, распределяющей ассимиляты, питающей и индуцирующей клетки камбия к делению. Установлено, что колебания концентрации ассимилятов во флоэме оказывают регулирующее действие на деятельность камбия и дифференциацию его производных и могут быть первичной причиной аномалий. Выявлена роль отдельных клеточных структур в регуляции транспорта ассимилятов. Показано, что причиной расстройства нормальной ритмики камбиальной активности и, как следствие, образования аномальной древесины, является избыточное количество транспортной сахарозы в проводящих тканях. Экспериментально

доказана возможность получения у березы с обычным упорядоченным расположением элементов проводящих тканей структурных преобразований ксилемы и флоэмы, аналогичных карельской березе. Выявлены концентрации сахарозы, вызывающие весь диапазон отклонений от нормы в строении узорчатой древесины карельской березы. Предложена модель формирования вторичного проводящего цилиндра древесных растений в зависимости от концентрации сахарозы в проводящей флоэме. Установлен механизм влияния избыточного содержания сахарозы в проводящей флоэме и камбиальной зоне на аномальный морфогенез древесных растений. Показано, что индукция аномального камбиального роста связана с повышением уровней сахарозы и продуктов ее расщепления — уридиндифосфатглюкозы (УДФ-глюкозы) и фруктозы. Другой продукт расщепления сахарозы — глюкоза, сильного изменения программы развития клеток не вызывает. Разработана обобщенная концепция аномалий развития древесных растений по типу карельской березы, которая включает в себя механизмы образования и наследования узорчатой древесины и вопросы происхождения карельской березы (Л.Л. Новицкая).

Установлена взаимосвязь между степенью отклонений от нормы в развитии проводящих тканей ствола и площадью ассимилирующей поверхности листьев березы повислой (Н.Н. Николаева).

Обобщены результаты более чем 30-летних исследований роста и развития гибридного потомства березы, полученного в результате внутри- и межвидового скрещивания березы пушистой, березы повислой и карельской березы. Выявлены особенности проявления морфо-физиологических признаков у побегов берез в зависимости от конкретных комбинаций скрещивания. Установлены закономерности трансформации проявления узорчатой текстуры древесины карельской березы в онтогенезе. Сформулирована гипотеза эколого-генетического происхождения карельской березы. Выявлены масштабы катастрофических воздействий природных и антропогенных факторов на генетические ресурсы карельской березы, уточнены границы ее современного ареала, предложены мероприятия по сохранению и восстановлению природных популяций, ведется создание коллекции клонов карельской березы в культуре *in vitro*. Получены данные, свидетельствующие о различных путях адаптации древовидных берез на границе произрастания древесной растительности на биохимическом уровне. Впервые показано, что у северных видов (береза пушистая и ее разновидности), кроме синтеза полиненасыщенных (C18) жирных кислот, существует и другой путь — за счет образования жирных кислот с короткой углеводной цепью (C<16), что обеспечивает выживание меристематических тканей в зимний период и успешное начало вегетации весной следующего года (Л.В. Ветчинникова).

Дана сравнительная характеристика распределения липидов, белков и углеводов в органах и тканях основных видов и редких представителей рода *Betula* L., отличающихся наследственными изменениями в текстуре древесины (карельская береза, ледяная береза) и форме листовой пластинки (далекарлийская береза). Показано, что биохимические показатели могут быть использованы в систематике берез и в познании механизмов адаптации древесных растений к условиям Севера (Л.В. Ветчинникова, Т.А. Шуляковская).

Установлено существование постоянных (инвариантных) показателей для организменного уровня гомеостатирования и определены их значения для *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst. и *Picea obovata* Ledeb. Показано, что растительные сообщества, образованные этими видами хвойных растений, могут функционировать в широком диапазоне факторов среды, варьируя продуктивность, но сохраняя состояние гомеостаза. Справляться с негативными воздействиями растениям удается за счет снижения ассимилирующей поверхности и объема проводящей системы. Сильное промышленное загрязнение среды приводит к нарушению сбалансированности процессов и нарушению гомеостаза на уровне организма (Т.А. Сазонова).

Исследованы характеристики процессов обмена и закономерности формирования структуры деревьев сосны и березы в онтогенезе. Показано, что структура транспортной системы дерева, формирующаяся уже на ранних этапах развития, строго сбалансирована и играет существенную роль в регуляции процессов обмена. Транспортная система обладает регулирующей функцией в донорно-акцепторных отношениях на уровне целого растения. Зависимости для структурных показателей внутри одного дерева близки к функциональным и являются оптимальными для осуществления физиологических функций. Выявлены особенности углеродного и водного обменов и обмена минеральных питательных веществ, исследована роль изменения соотношения фотосинтеза и дыхания и гидравлических механизмов в ограничении размеров и возраста сосны и уменьшения продуктивности растения в процессе старения (Л.К. Кайбияйнен, Г.И. Софронова, В.К. Болондинский, Е.Е. Ялынская, Т.А. Сазонова).

Исследовано влияние температурного фактора и промышленного загрязнения среды на метаболизм веществ вторичного происхождения у основных лесообразующих пород на северо-западе таежной зоны России (сосна, ель, береза, осина). Показано, что наиболее быстрые и значительные изменения происходят в составе и содержании эфирных масел и фенолов; предложено использовать фенолы и эфирные масла, в частности, легколетучий компонент эфирных масел α -пинен, в качестве индикаторов для ранней диагностики физиологического состояния хвойных деревьев в условиях стресса. Выявлено сходство ответных реакций хвойных расте-

ний, пораженных грибными заболеваниями и растущих в зоне промышленного загрязнения среды (И.Л. Фуксман).

Впервые получены данные о типах катионообменных групп в структуре клеточных стенок хвои сосны и ели. Определены физико-химические параметры, характеризующие ионообменные свойства клеточных стенок. Показано, что в норме клеточные стенки хвои сосны и ели содержат три типа катионообменных групп. Влияние антропогенного загрязнения не приводит к изменению качественного состава функциональных групп, но отражается на их количестве (Н.А. Галибина).

Практическое использование результатов НИР

Результаты исследований были реализованы в ходе выполнения ряда хозяйственных тем с предприятиями и организациями Республики. В основном они касались практических наработок, полученных в ходе изучения особенностей минерального питания хвойных растений и роста и развития растений березы в культуре тканей. Среди них договора с Государственным комитетом по лесу РК по выращиванию сеянцев хвойных пород на отечественных торфяных субстратах и получению посадочного материала карельской березы с использованием метода клонального микроразмножения в культуре *in vitro*.

Институт леса принимал активное участие в разработке Концепции целевой республиканской программы по сохранению генофонда карельской березы в Республике Карелия на 2008-2015 гг., которая была утверждена и принята к реализации в 2007 г.

Перспективы развития НИР

Лаборатория участвует в проработке ряда тем по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических наук РАН, на протяжении 10 лет имеет постоянную финансовую поддержку со стороны Российского фонда фундаментальных исследований и международных научных фондов.

Сотрудники лаборатории (3 доктора, 5 кандидатов наук, 2 аспиранта, 8 научно-технических сотрудников) нацелены на решение следующих научных задач:

- разработка фундаментальных и прикладных аспектов регуляции роста и развития древесных растений, связанных с получением древесины, обладающей заданными, в том числе, декоративными свойствами;
- выявление экспериментальных воздействий, вызывающих наибольшие отклонения в развитии проводящих тканей стебля;
- изучение влияния отдельных компонентов питательной среды на рост и развитие растений сем. *Betulaceae* в культуре *in vitro*;

– установление показателей основного обмена, отвечающих за повышение устойчивости древесных растений в условиях Севера.

Результаты исследований опубликованы в 16-ти монографиях, многочисленных сборниках статей и сотнях статей в центральной и международной печати.

Список монографий

- Атлас ультраструктуры растительных клеток / Под ред. Г.М. Козубова, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск: РИО КФ АН СССР, 1972. 132 с. (совместно с БИН РАН).
- Атлас ультраструктуры растительных тканей / Под ред. М.Ф. Даниловой, Г.М. Козубова. Петрозаводск: «Карелия», 1980. 456 с. (совместно с БИН РАН).
- Ветчинникова Л.В.* Береза: вопросы изменчивости (морфофизиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.
- Ветчинникова Л.В.* Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 302 с.
- Габукова В.В.* Фосфорный обмен у сосны на Севере. Петрозаводск: РИО КФ АН СССР, 1989. 152 с.
- Ермаков В.И.* Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука, 1986. 144 с.
- Ермаков В.И., Новицкая Л.Л., Ветчинникова Л.В.* Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1991. 184 с.
- Козубов Г.М.* Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.
- Козубов Г.М., Тренин В.В., Тихова М.А., Кондратьева В.П.* Репродуктивные структуры голосеменных (сравнительное описание). Л.: Наука, 1982. 104 с.
- Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А.* Структурные аномалии стебля древесных растений. М.: МГУЛ, 2002. 259 с.; 2003. 280 с. (совместно с МГУЛ).
- Новицкая Ю.Е.* Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л.: Наука, 1971. 117 с.
- Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф.* Азотный обмен у сосны на Севере. Л.: Наука, 1980. 166 с.
- Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф., Софронова Г.И., Габукова В.В., Макаревский М.Ф.* Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере. Л.: Наука, 1985. 156 с.
- Тренин В.В.* Цитозмбриология лиственницы. Л.: Наука, 1986. 88 с.
- Чернобровкина Н.П.* Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука, 2001. 172 с.
- Фуксман И.Л.* Влияние природных и антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 164 с.

ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В ИНСТИТУТЕ ЛЕСА

А.К. Морозов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск ул. Пушкинская, 11
amorozov@krc.karelia.ru*

В современных научных исследованиях значительно возрастает роль химико-аналитических работ, дающих достоверную информацию о количественном и качественном составе изучаемых объектов. Поэтому важным этапом в деятельности Института леса стала организация аналитической лаборатории в 1992 г. (заведующий В. А. Козлов) на базе лаборатории химии древесины. Подобный шаг был обусловлен и ухудшением финансирования Академии наук в 90-е годы, что требовало концентрации экспериментальных и аналитических работ. Перед коллективом нового подразделения были поставлены следующие задачи:

- выполнение серийных химических анализов;
- разработка и внедрение новых аналитических методик;
- ведение банка данных.

В этот период осваиваются новые для института методы анализа: атомно-абсорбционная спектрофотометрия с пламенной (С.Л. Ерофеевская) и электротермической атомизацией (Ю.М. Клеманский, С.А. Игotti), ионная хроматография (М.В. Кистерная). Для подготовки образцов к анализам начинает применяться автоклавная система разложения (Л.В. Голубева, Н.Н. Ракова). Для определения углерода, азота, фосфора, серы и калия в растительных образцах используются традиционные методики с титриметрическим или спектрофотометрическим окончанием (Т.Г. Баишникова, М.А. Коржова, М.П. Корчагина, Н.Н. Ракова). Метилловые эфиры жирных кислот и эфирные масла анализируются методами газожидкостной хроматографии (М.К. Ильинова).

Создание специализированной лаборатории химического анализа способствовало целенаправленному приобретению приборов для выполнения анализов в растительных и почвенных образцах, исходя из задач, возникающих перед научно-исследовательскими лабораториями. Приобретаются электронные весы, микроволновая система подготовки проб, элементный CHNS-анализатор, рентгеноспектральный анализатор «Спарк-М». Внедряется спектрофотометрический метод определения бора в растениях с азометином (С.А. Игotti).

Для изучения процессов накопления и миграции тяжелых металлов в почвах, их биоаккумуляции в древесных растениях на более высоком уровне чувствительности и точности в 2003 г. (заведующий А.К. Морозов

зов) начинает эксплуатироваться атомно-абсорбционный спектрофотометр четвертого поколения АА-6800 фирмы «Шимадзу». В данном приборе в качестве горючего газа вместо пропана стал использоваться ацетилен, что значительно повысило температуру пламени и соответственно пределы обнаружения элементов. Аналитические возможности возросли с использованием в данной модификации двух систем коррекции фона, дейтериевой и по методу Смита-Хифти. Важными достоинствами спектрофотометра является прекрасная система подготовки и контроля газов, полная автоматизация и управление с помощью компьютера.

В дальнейшей работе лаборатории больше внимания уделяется развитию методов анализа продуктов метаболизма растений. Приобретен новый газохроматографический аппаратно-программный комплекс «Хроматэк-Кристалл 5000» с пламенно-ионизационным и электронозахватным детекторами, позволяющий значительно расширить перечень определяемых компонентов. Применение в нем капиллярных колонок ускорило время хроматографирования, улучшило селективность метода, а современное программное обеспечение облегчило и сократило продолжительность такой трудоемкой операции как обработка хроматограмм. Использование стандартного набора для калибровки прибора дает возможность в настоящее время получать абсолютные значения содержания жирных кислот в растительных материалах. Для решения научных задач, связанных с углеводным обменом, играющим важную роль в жизнедеятельности древесных растений, в лаборатории создается новое аналитическое направление — высокоэффективная жидкостная хроматография. Закуплен жидкостный хроматограф «Стайер» отечественного производства с рефрактометрическим детектором для определения моно- и олигосахаридов. После ремонта и существенной модернизации запущен аминокислотный анализатор. Теперь контроль за работой этого прибора, запись и расчет хроматограмм производится с помощью компьютера (А.В. Репин).

Общий объем аналитических работ составляет 3100—3200 образцов, 17 тыс. элементо-определений в год. В настоящее время лаборатория является соисполнителем четырех бюджетных тем, выполняемых лабораториями лесного почвоведения и микробиологии (32% всех образцов), физиологии и цитологии древесных растений (25%), лесовосстановления (28 %), лесоведения и лесоводства (12%), а также одной международной «ICP Forest». Доля сторонних организаций составляет 3%, среди которых 2,8% приходится на другие институты КарНЦ РАН.

В последние годы значительное место в работе лаборатории занимают вопросы внедрения современных аналитических методик, а также усовершенствованию старых. Определение тяжелых металлов в почве и воде проводится по аттестованным Госстандартом РФ методикам. Натрий, калий и

другие щелочные элементы анализируются атомно-эмиссионной спектрофотометрией, отличающейся от ранее используемой пламенной фотометрии на порядок более высокой чувствительностью и производительностью. Приведена в соответствие с международными стандартами методика экстракционно-фотометрического определения фенолов (Т.Н. Макарова).

Более широкое применение получают полумикрометоды, требующие минимальных затрат реактивов и других расходных материалов. При анализе почвенных, водных и растительных образцов на содержание органического углерода используется фотометрическое окончание, что позволяет сократить время анализа, повысить его чувствительность, уменьшить затраты средств на приобретение реактивов. По просьбе заказчиков выполняются анализы по методикам, разработанным ещё лабораторией химии древесины: определение смолистых веществ, целлюлозы, лигнина.

Нельзя обойти вниманием такой важный вопрос как метрологическое обеспечение химико-аналитических работ. В лаборатории организован аналитический семинар, на котором изучаются элементы теории вероятности и математической статистики, понятие и расчет случайных и систематических ошибок, доверительных интервалов оценки получаемых при анализе значений. В работе химика-аналитика все чаще используется компьютер. Заявки на выполнение работ и выдача результаты анализов осуществляется не только в печатном, но и электронном виде. Все полученные данные передаются на хранение в научный архив КарНЦ РАН на бумажном носителе и в электронном виде на компакт-диске хранятся в лаборатории. Осуществляются различные консультационные услуги по методикам определения различных компонентов в объектах окружающей среды, подготовки образцов для химического анализа, методам концентрирования и выделения. Поддерживаются постоянные контакты с другими химико-аналитическими подразделениями Карельского научного центра и г. Петрозаводска.

Современный уровень научно-исследовательских работ в институте предъявляет высокие требования к аналитической базе и профессиональной подготовке персонала. Аналитическая лаборатория планирует в ближайшее время начать работы на жидкостном хроматомасс-спектрометре, который позволит на новом техническом уровне выполнять анализы сложных природных органических соединений. Высокая стоимость оборудования приводит к необходимости создания центров коллективного пользования. Одним из примеров решения данного вопроса может явиться приобретение масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой совместно с Институтом геологии, что позволит организовать серию скрининговых исследований почв и растительности на территории Карелии.

МЕЖИНСТИТУТСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОЕКТЫ

А.Н. Громцев

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
gromtsev@krc.karelia.ru*

Исследования Института леса (ИЛ) совместно с другими Институтами КарНЦ РАН и в рамках международных проектов имеет большую историю¹. Не пытаясь даже в общих чертах представить весь обширный опыт этого сотрудничества, остановимся только на наиболее крупных комплексных проектах последнего десятилетия, в которых ИЛ осуществлял координацию НИР. Особенностью этого периода является то, что почти все из них одновременно являлись и межинститутскими. Это было обусловлено тем, что в рамках международных проектов, как правило, разрабатывались комплексные темы. Это требовало привлечения исследователей самого широкого спектра специальностей. Основным партнером, конечно, являлась Финляндия, в том числе в рамках различных европейских программ (ТАСИС, Баренц-регион и др.). С этой страной Республика Карелия (РК) имеет почти 700 километровую границу. В данном смысле регион занимает ключевое положение в сравнении с другими субъектами на западе Российской Федерации (РФ). Кроме того, граница разделяет очень сходные, часто идентичные природно-территориальные комплексы, которые и являются объектами исследований. Сразу следует заметить, что совместные проекты имели ярко выраженную природоохранную тематику.

Исследование и охрана биоразнообразия

В рамках «Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» КарНЦ РАН в 1997—2000 гг. выполнялся проект «Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории РК». Для выполнения работ была сформирована творческая группа, состоящая из исследователей более 20 различных специальностей. Ее общая численность составляла до 75 человек из четырех институтов центра — биологии, водных проблем Севера, геологии и леса. Координацию исследований осуществлял ИЛ (руководители НИР — д.с.-х.н. А.Н. Громцев, д.б.н В.И. Крутов). За четыре года была проведена инвентаризация биоразнообразия на самой ценной в этом отношении части территории региона. Это районы с наиболее хорошо сохранившимися лесными и болотными экосистемами или с самым высоким уровнем разнообразия.

¹ Подробно вся история международных и межинститутских проектов с участием бывших и действующих сотрудников ИЛ представлена в сборнике «Академическая наука в Карелии 1946–2006» (2006, том 2, с. 94–153).

разия биоты: 1) вдоль российско-финляндской границы, 2) вдоль карельской части побережья Белого моря, 3) на Заонежском полуострове, 4) в Северном Приладожье, 5) в центральной части Карелии (рис.).

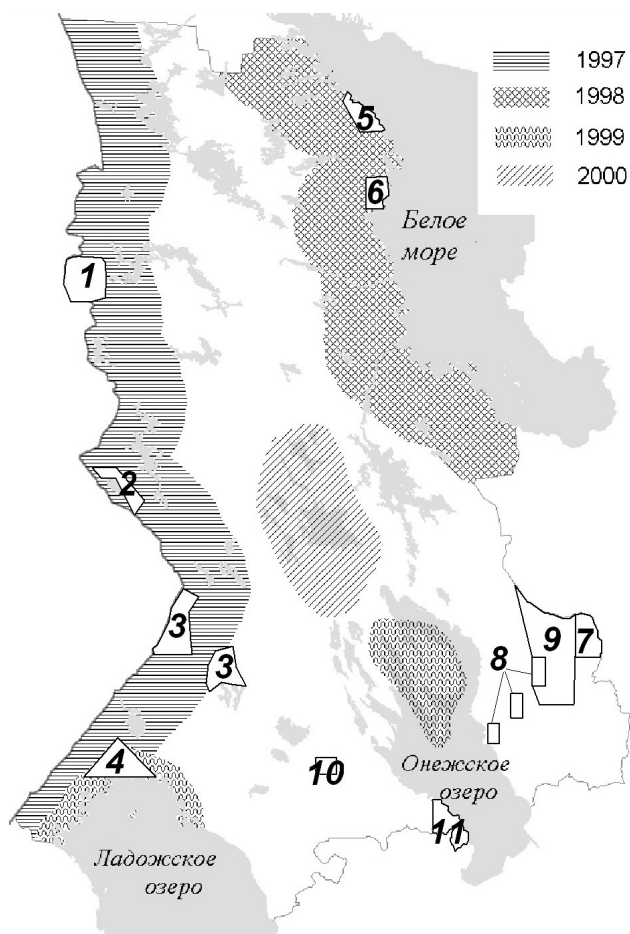


Рис. Районы и объекты НИР в рамках межинститутских и международных проектов:

1. Территории, на которых проводилась инвентаризация биоразнообразия по годам в 1997–2000;
2. Планируемые национальные парки (НП): «Калевальский», «Тулос», «Койтайоки», «Ладожские шхеры»;
3. Планируемые ландшафтные заказники (ЛЗ): «Гридино», «Сыроватка», «Чукозеро»;
4. Опытные территории: «Пяльмский лесхоз, Водлозерский НП и модельные фрагменты»; «Тайга — модельный лес», «Вепская волость»

Все основные результаты исследований 1997—2000 гг. опубликованы в четырех сборниках оперативно-информационных материалов общим объемом более 850 страниц (Инвентаризация биоразнообразия..., 1997, 1998, 1999, 2001). Позднее была издана обобщающая монография (Разнообразие биоты..., 2003) на русском и английском языках. В ней были обобщены обширные данные, характеризующие разнообразие биоты Карелии к настоящему времени. Они включают как материалы многолетних исследований, так и новые, собранные в период работы над проектом. Итоги работ представлены в виде четырех крупных взаимосвязанных глав. В первой из них подробно охарактеризованы климатические, геологические, геоморфологические, гидрологические и почвенные условия формирования региональной биоты. Во второй главе описаны и оценены разнообразие лесных, болотных и луговых сообществ, а в третьей дана подробная характеристика наземной биоты на видовом уровне (сосудистые растения, листостебельные мхи, афиллофоровидные грибы, лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые).

Отдельно проанализированы флора и фауна водных экосистем (водоросли, зоопланктон, перифитон, макрозообентос, рыбы). В книге широко использованы различные виды зонирования региона по критериям, характеризующим биоразнообразие. На наш взгляд, подобные многоплановые сводки (обобщения) не имеют аналогов, по крайней мере, в европейской части таежной зоны России. Это обширный справочный материал для исследователей в области экологии и биологии самого широкого спектра специальностей, включая аспирантов и студентов старших курсов.

В 1993—1995 гг. по заказу Министерства экологии и природных ресурсов РК совместно с ИБ КарНЦ РАН и ПетрГУ был выполнен цикл работ по оценке состояния в республике и выявлению нуждающихся в охране видов животных, растений и грибов, и в 1995 г. издана Красная книга Карелии, в которую включены 753 вида.

В 1996—1998 гг. тем же коллективом совместно с учеными Санкт-Петербурга (БИН, ЗИН и Институт озераведения РАН, СПбГУ), Мурманской обл. (ПАБСИ, ПИНРО, заповедники «Кандалакшский» и «Пасвик») и Финляндии под эгидой Министерства окружающей среды Финляндии была проведена аналогичная работа для всей Восточной Фенноскандии; результаты исследований обобщены в Красной книге Восточной Фенноскандии (Red Data Book..., 1998), включающей 1714 таксонов видов животных, растений и грибов, нуждающихся в охране в этом обширном и своеобразном регионе.

Инвентаризация природных комплексов и обоснование ООПТ

В рамках «Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» в 1997 г. отмеченной выше творческой группой специалистов из 5 институтов КарНЦ РАН

была проведена инвентаризация природных комплексов и подготовлены экологические обоснования трех НП — «Калевальский» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев), «Тулос» (рук. — к.с.-х.н. В.И. Саковец), «Койтайоки» (рук. — к.геогр.н. В.А. Коломыцев). Представленные материалы характеризовали природные особенности инвентаризируемых территорий в геолого-геоморфологических, гидрологических, лесоведческих, зоологических, флористических и др. аспектах. Эти данные на основе анализа обширных фондовых материалов позволили дать многоаспектную экологическую оценку исследуемого объекта на фоне Восточной Финноскандии, сделать заключение о необходимости создания парков и предложить оптимальный по совокупности всех экологических параметров вариант их площади и границ. Материалы по первым двум объектам были опубликованы в виде брошюр, том числе на английском языке (Материалы инвентаризации..., 1997; Natural complexes..., 2002 и др.).

В 1999—2001 гг. работа была продолжена в рамках проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республики Карелия» (ENVRUS9704). Основной целью проекта провозглашалась практическая организация и начало деятельности системы планируемых НП в западной части республики. В итоге были подготовлены и изданы на русском и английском языках планы управления для четырех территорий, зарезервированных Правительством РК: «Калевальский» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев), «Тулос» (рук. — к.б.н. О.Л. Кузнецов, Ин-т биологии), «Койтайоки-Толвоярви» (рук. — к.геогр.н. В.А. Коломыцев), «Ладожские шхеры» (рук. — к.б.н. А.В. Кравченко). Данные документы под типовым названием «NN парк: предложения к организации» (см. список литературы) включали следующие основные разделы:

- 1) характеристика природных комплексов и культурного наследия в пределах НП,
- 2) обоснование необходимости создания данных объектов по экологическим, культурологическим и социально-экономическим параметрам,
- 3) регламентация и организация деятельности по сохранению природного и культурного наследия и развитию туризма на основе функционального зонирования территории,
- 4) размещение основных элементов инфраструктуры (туристических маршрутов, строений и т.п.),
- 5) план первоочередных мероприятий на пятилетний период.

Эти материалы обеспечивали начало успешной деятельности НП на первом этапе (с использованием техники и снаряжения для туризма, поступающей по линии проекта), в том числе проведение всего комплекса последующих нормативных проектно-изыскательских работ.

После окончания проекта ИЛ совместно с администрацией г. Костомукша и Гринпис России продолжалась длительная и кропотливая работа по процедуре учреждения НП «Калевальский». В итоге Постановлением Правительства РФ № 1654-р от 30.11.2006 этот парк был учрежден. Таким образом, сохранен самый крупный на западе евразийской тайги массив первобытных сосновых лесов на площади почти 75 тыс. га.

В последние годы ИЛ продолжал планомерную работу по обоснованию новых ООПТ регионального ранга с коренными и наиболее ценными в биологическом отношении ландшафтами. Ее необходимость определяется тем, что в течение ближайших 10—15 лет в регионе в результате лесозаготовительной деятельности практически исчезнут сколько-нибудь значительные по площади участки первобытной тайги (вне действующих ООПТ). Остальная часть территории сдается в долгосрочную аренду лесозаготовителям. Основными критериями при отборе были высокая степень сохранности лесных массивов и их ландшафтная репрезентативность (Громцев, 2003). Одним из таких объектов стал массив девственных лесов на побережье Белого моря в районе о. Сыроватка (см. рис.).

На этот раз к обследованию территории также был привлечен широкий круг специалистов из Институтов КарНЦ РАН. Общая численность экспедиции, высадившейся на побережье для полевой инвентаризации природных комплексов, составляла 20 человек. Это были специалисты по геоморфологии и четвертичной геологии, гидрологии, почвоведению, болотоведению, лесоведению, ландшафтной экологии, ботанике, бриологии, лишенологии, микологии, зоологии, энтомологии, гидробиологии, дистанционному зондированию (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). В результате удалось, в том числе с использованием фондовых материалов, дать комплексную характеристику и экологическую оценку природных комплексов и обосновать необходимость создания ЛЗ на общей площади 31,2 тыс. га (Материалы инвентаризации..., 2003). Это обоснование традиционно состоит из 7 разделов. Вначале дана краткая характеристика и оценка общих физико-географических особенностей территории (климат, геолого-геоморфологические, гидрологические и почвенные условия). В следующем разделе описаны и оценены наземные экосистемы (болота и заболоченные земли, леса, луга и ландшафт в целом). Затем следует характеристика и оценка наземной флоры и фауны (сосудистые растения, листостебельные мхи, дереворазрушающие грибы, лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые). Отдельно представлена водная флора и фауна (водоросли, рыбы, макрозообентос). В заключении анализируются объемы и качество изымаемых из хозяйственного оборота древесных ресурсов и даются общие рекомендации о целесообразности создания, площади и границах заказника. Был также разработан проект «Положения о заказнике».

Администрация Кемского района выразило поддержку идеи создания этого ЛЗ (Письмо от 02.03.04.2-29/283). Все документы переданы в Министерство сельского, рыбного хозяйства и экологии РК, курирующего создание ООПТ регионального ранга.

В 2006 г. в рамках российско-финляндского проекта «ГЭП-анализ ООПТ на северо-западе России» объектом исследований стали природные комплексы района оз. Чукозеро, расположенного в северо-западной части Пудожского района РК (см. рис.). Основанием для инвентаризации послужило то обстоятельство, что по предварительным данным здесь сохранился крупный массив первобытной тайги, заслуживающий охраны (рук.- д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Обследование территории проводилась совместно с Союзом природоохранных организаций Карелии (СПОК). И вновь к работе была привлечена большая творческая группа исследователей КарНЦ РАН. Ее итогом стала публикация материалов в виде небольшой книги (Материалы инвентаризации..., 2007). Все собранные данные изложены в следующей последовательности: 1) положение и особенности территории в системе различных видов природного районирования северо-запада таежной зоны; 2) изученность территории и сопредельных участков; 3) общая количественная и качественная характеристика участка (по компонентам, группам организмов, биотопам и т.п., в т.ч. списки видов); 4) присутствие, в том числе потенциальное, редких, исчезающих и уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов и условия их сохранения; 5) рекомендации о целесообразности природоохранных мероприятий. В конце 2006 г. с учетом экономических и технологических перспектив эксплуатации лесов в этой части РК границы предлагаемого заказника были согласованы между СПОК, ИЛ КарНЦ РАН, Агентством по лесному хозяйству по РК и ОАО ЛХК «Кареллеспром» (Письмо Агентства № 04-14/3392 от 29.11.2006 и Протокол совещания от 16.11.2006). Общая площадь объекта составила 58,4 тыс.га. Здесь следует заметить, что кроме района «Чукозеро» в южной и средней Карелии (приблизительно до широты п. Муезерский») сколько-нибудь значительных по площади фрагментов коренных лесов практически не осталось (Громцев, 2003). Все документы переданы в Министерство сельского, рыбного хозяйства и экологии РК.

С 2007 г. начались работы по инвентаризации природных комплексов и подготовке научного обоснования ЛЗ «Гридино» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Здесь на побережье Белого моря сохранился уникальный тип лесного массива (см.рис.). Он существует в экстремальных эдафических условиях (на крупных скальных куполах с почти полностью обнаженной поверхностью кристаллического фундамента), в пределах одного из самых суровых по климатическим параметрам района РК. Есть основа-

ния считать, что по особенностям биоразнообразия существенно выделяется на фоне обширных сопредельных территорий. Кроме того, прибрежная часть здешнего ландшафта отличается исключительно высокой рекреационной привлекательностью. Инвентаризация территории проводится очень большой группой экспертов из пяти Институтов КарНЦ с участием специалистов Карельского государственного педагогического университета (КГПУ) по уже хорошо отработанной программе. Все результаты работы будут представлены в виде книги (Материалы инвентаризации..., 2008).

Таким образом, к 2008 г. будет завершена комплексная инвентаризация наиболее хорошо сохранившихся, ценных в биологическом плане и значительных по площади ландшафтных эталонов коренных лесов и предложена система мер по их охране.

В рамках «Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» в 2005г. КарНЦ РАН выполнил большую *комплексную работу на территории Вепсской национальной волости РК* (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Ее актуальность определялась тем, что волость — единственный район в РК, где традиционно и компактно проживают вепсы (см.рис.). В Рекомендациях выездного заседания Национального организационного комитета по проведению Международного десятилетия малых коренных народов мира (Петрозаводск, 4.11.2003) содержался пункт с предложением КарНЦ РАН провести комплексное обследование данной территории. Ранее в этом же году с просьбой провести такую работу обратились представители «Союза вепсской молодежи Карелии «Vepsän vezad». Основными целями проекта являлись: 1) комплексная экологическая инвентаризация территории, 2) выявление и обоснование сети наиболее ценных в природоохранном и рекреационном отношении, а также уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов, 3) выработка рекомендаций по использованию природных ресурсов. Как и прежде в работе участвовала большая группа специалистов из пяти Институтов КарНЦ РАН, а также КГПУ (всего 48 экспертов, а также группа технических специалистов). По результатам исследований издана книга (Природные комплексы...2005). В ней описаны общие физико-географические особенности территории (климат, геолого-геоморфологические условия и четвертичные отложения, гидрологические условия, почвенный покров). Дана характеристика, оценка и рекомендации по охране наземных экосистем (болота и структура заболоченности, леса, луга, ландшафтная специфика природных комплексов). В таком же ключе представлена наземная флора и фауна: сосудистые растения, карельская береза, листостебельные мхи, грибы (афиллофороидные, шляпочные, дождевики и сумчатые грибы),

лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые, а также водная флора и фауна (водоросли, макрозообентос, рыбы). Подробно рассмотрены историко-этнографические особенности региона, специфика и исторические традиции хозяйственного освоения территории, в том числе рыбного промысла. Проанализировано современное состояние и экологические проблемы природопользования по отраслям: горнодобывающая промышленность, сельское, лесное, охотничье и водное хозяйство, рыболовство, рекреационное освоение территории. В заключении сформулированы общие выводы и рекомендации по использованию природных ресурсов. Треть тиража книги (более 100 экз.) передана в район.

Оптимизация многоцелевого лесопользования

В 1998-1999 гг. ИЛ КарНЦ являлся одним из головных исполнителей проекта ТАСИС «Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект» FGRUS9507. Объектами являлись территории Пяльмского леспромхоза и национального парка «Водлозерский». Основной целью лесного компонента проекта было совершенствование системы многоцелевого (многоресурсного) лесопользования для того, чтобы обеспечить: 1) рациональное освоение лесосечного фонда, 2) успешное и эффективное лесовосстановление, 3) минимизацию экологических последствий рубок с учетом сохранения разнообразия биоты, средообразующих и средозащитных функций лесного покрова и рекреационного потенциала лесных ландшафтов (координатор — д.с.-х.н. А.Н. Громцев).

В процессе работы был проведен анализ рубок главного пользования, рубок ухода и лесовосстановительных мероприятий в леспромхозе, а также рубок обновления в хозяйственной зоне НП «Водлозерский». Заложены опытные участки для демонстрации новых отечественных и зарубежных технологий, и разработаны рекомендации по повышению их эффективности. Осуществлен комплекс работ по ландшафтно-экологическому планированию лесопользования. Методологической основой являлась оригинальная классификация и карта ландшафтов Карелии. Проведено тематическое картирование модельной территории в ГИС, описаны природные особенности структуры, спонтанной и антропогенной динамики лесного покрова, дана его лесоведческая и лесохозяйственная оценка, включая экологические последствия антропогенной трансформации. Выделены три модельных фрагмента средней площадью 6 тыс.га в сходных ландшафтных условиях: 1) с коренными лесами, 2) с производными лесами, сформировавшимися после традиционных тотальных рубок, 3) с действующей системой лесов различных категорий защитности. Все участки были обследованы по специальной программе группой экспертов — специалистов в области ландшафтоведения, лесоведения и лесоводства,

болотоведения, гидрологии, ботаники, зоологии из четырех институтов КарНЦ РАН. Целью натурных работ было описание участков, выявление наиболее ценных природных объектов и, при сравнении двух первых фрагментов, оценка конкретных последствий антропогенной трансформации лесных и болотных экосистем. На примере третьего фрагмента продемонстрирована российская система выделения лесов различных категорий защитности и оценена ее достаточность при ландшафтно-экологическом планировании. На этой основе проведено зонирование территории с выделением биотопов наиболее ценных в лесоведческом, болотоведческом, ботаническом, зоологическом отношении (в минимальном и максимальном по площади вариантах), а также участков имеющих средозащитное и рекреационное значение. На примере модельного фрагмента рассчитаны лесосеки по главному и промежуточному пользованию, оценены возможные экономические потери (в денежном эквиваленте) в связи с различными ограничениями лесопользования по экологическим критериям. Реферат отчета представлен в виде отдельной публикации, в том числе на английском языке (Громцев и др., 1999 и др.).

По завершении проекта была организована международная конференция по проблемам инвентаризации и сохранения коренных таежных лесов. Материалы конференции изданы на русском и английском языках (Коренные леса..., 1999).

В 1997—1999 г. большая группа сотрудников Института леса участвовала в работах по проекту «Тайга — модельный лес». Объектом являлась часть территории Пряжинского лесхоза площадью 2,5 тыс. га, арендованной Петрозаводским госуниверситетом для научно-исследовательских целей. Целями проекта провозглашалось изучение экономического, экологического и социального аспектов современного лесопользования для его оптимизации на примере модельного участка. В работе участвовали несколько организаций, в том числе Министерство сельского и лесного хозяйства Финляндии, Программа ООН по окружающей среде (UNEP), финская компания Стура Энсо Лтд и др. В итоге на ландшафтной основе была дана комплексная экологическая характеристика и оценка территории (леса, болота, флора, фауна (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Была проведена сплошная инвентаризация лесов по высшему разряду российского лесоустройства (рук. — к.с.-х.н. С.М. Синькевич). Все данные инвентаризации лесного покрова (план лесонасаждений и таксационные описания выделов) введены в ГИС на базе пакета MapInfo. К.с.-х.н. В.А. Ананьевым была заложена серия постоянных опытных участков с различными видами рубок. К.с.-х.н. В.И. Саковец и В.Н. Гаврилов совместно с финскими коллегами провели анализ различных систем лесной сертификации и адаптировали их к условиям модельной территории. Эти

и другие результаты проекта представлены в серии публикаций на русском и английском языках (Проект «Тайга...», 2000 и др.). К настоящему времени модельная территория продолжает использоваться как учебно-опытный полигон, в том числе здесь ведутся наблюдения на постоянных опытных участках.

С 2004 г. Институт леса совместно с Институтом биологии ИЛ ведет НИР по гранту Академии Финляндии *«Воздействие лесопользования на таежные экосистемы, разнообразие и территориальное распределение видов животных и птиц на Северо-Западе России»* (рук. д.б.н. Ю.П. Курхинен). Соисполнителями проекта с финской стороны являются университеты гг. Хельсинки и Оулу, Институт рыбы и дичи, Институт окружающей среды, НИИ леса, Институт биологии КарНЦ РАН. В результате НИР выявлены общие закономерности, региональная и ландшафтная специфика воздействия лесозексплуатации на структуру местообитаний, численность и территориальное распределение более 20 видов млекопитающих таежной части Северо-Запада РФ. На основе моделирования изученных процессов определены возможности их долгосрочного прогнозирования и предотвращения негативных антропогенных воздействий. Показаны перспективы формирования оптимальной структуры ландшафтов, сформулированы подходы к управлению популяциями видов, учитывающие необходимость сохранения естественного биоразнообразия и обеспечивающие эффективность воспроизводства и рациональное использование лесной фауны.

Заключение

Итак, последнее десятилетие было отмечено широким развитием НИР в рамках межинститутских и международных проектов. Следует еще раз подчеркнуть, что вышеприведенный список далеко не полный и в нем фигурируют только наиболее крупные работы, в основном те, где ИЛ осуществлял руководство или координацию работ (общее количество проектов исчисляется десятками). За эти годы в процессе комплексных НИР в КарНЦ РАН накоплен большой опыт функционирования творческих коллективов, сформированных под задачи инвентаризации и оценки биоразнообразия, обоснования ООПТ, планирования многоресурсного лесопользования и др. Нужно обратить внимание на то, что такие исследования носят в основном прикладной характер, хотя и базируются на самых современных фундаментальных знаниях. В этой связи весьма актуальной представляется постановка межинститутских тем с четко ориентированной фундаментальной направленностью, в том числе в рамках международных проектов. Весьма важной задачей работ в этом направле-

нии должно стать и образование молодежных творческих групп, состоящих из специалистов Институтов КарНЦ РАН. Они должны быть способны самостоятельно решать поставленные задачи.

Список основных публикаций

- Громцев А.Н., Антипин В.К., Кравченко А.В., Литвиненко А.В., Сазонов С.В. Комплексная характеристика пилотной территории, ее экологическая ресурсная и хозяйственная оценка и рекомендации по ландшафтно-экологическому планированию на примере модельных фрагментов (реферат отчета)// Ландшафтно-экологическое планирование. / Под. ред. А.Н. Громцева. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. С. 2—23.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. / Ред. В.И. Крутов, А.Н. Громцев. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1998. 167 с.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1999. 140 с.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. / Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 2000. 346 с.
- Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии. / Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, КарНЦ РАН, 2001. 216 с.
- Рубки и восстановление лесов. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. 118 с.
- Итоги инвентаризации и мониторинга разнообразия природного наследия Водлозерского национального парка. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. 90 с.
- Красная книга Карелии. / Ред. Э.В. Ивантер, О.Л. Кузнецов. Петрозаводск, 1995. 286 с.
- Национальный парк «Калевальский»: предложения к организации. / ред. А.Н. Громцев. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 78 с. **
- Национальный парк «Ладожские шхеры»: предложения к организации. / Ред. А.В.Кравченко. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 92 с.
- Национальный парк «Тулос»: предложения к организации / Ред. О.Л. Кузнецов. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 64 с.

- Национальный парк «Койтайоки-Толвоярви»: предложения к организации / Ред. В.А. Коломыцев. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2000. 74 с.
- Природные комплексы Вепсской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование. ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 280 с.
- Проект «Тайга-модельный лес». Заключительный отчет. / Ред. Т. Колстрем, Т. Лейнонен. Йозенсуу, 2000. 162 с.
- Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.)
- Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения. Материалы международной научно-практической конференции / Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 256 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка» / Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2003. 92 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование Национального парка «Тулос» (оперативно-информационные материалы). Ред. В.И. Саковец. В.Н. Гаврилов. Петрозаводск, 1998. 44 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1998. 44 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и природоохранная оценка территории «Чукозеро» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2007. 130 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Гридино» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2008 (в печати)
- Natural complexes, flora and fauna of the proposed Kalevala national park. Ed. A.N. Gromtsev Finnish Environment Institute. Helsinki, 2002. 74 p.
- Red Data Book of East Fennoscandia. Eds. H. Kotiranta, P. Uotila, S. Sulkava, S.-L. Peltonen. Helsinki, 1998. 351 p.

Список основных публикаций Института леса КарНЦ РАН

Шиперович В.Я. Защита от вторичных пороков лесоматериалов хвойных пород. М.—Л.: Гослесбумиздат, 1954. 36 с. (Удостоена премии АН СССР).

Яковлев Ф.С., Воронова В.С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 189 с.

Раменская М.Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1960. 486 с.

Комишилов Н.Ф. Канифоль, ее состав и строение смоляных кислот. М.: Лесная промышленность, 1965. 163 с.

Комишилов Н.Ф. и др. Сульфатный черный щелок и его использование. М.: Лесная промышленность, 1969. 184 с.

Синькевич М.С., Шубин В.И. Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск: Карелия, 1969. 180 с.

Казимиров Н.И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.

Новицкая Ю.Е. Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л.: Наука, 1971. 117 с.

Атлас ультраструктуры растительных клеток / Под ред. Г.М. Козубова, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1972. 132 с. (Удостоен премии АН СССР им. К.А. Тимирязева).

Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.: Наука, 1973. 175 с.

Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 264 с.

Шубин В.И., Шужемов А.А., Сибирцева В.И. Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера. Петрозаводск, 1973 г. 136 с.

Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.

Почвенные исследования в Карелии: Материалы к X международному конгрессу почвоведов / Ред. Н.И. Пьявченко. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 215 с.

Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности / М.И. Виликайнен, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков и др. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 256 с.

Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области: Сб. статей / Отв. ред. М.Л. Раменская. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1975. 206 с.

Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон (атлас) / Под ред. Г.М. Козубова, Н.П. Зотовой-Спановской. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1976. 152 с.

Козловская Л.С. Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв. Л.: Наука, 1976. 212 с.

Пятецкий Г.Е., Ионин И.В., Жарова Л.П. Лесохозяйственное освоение осушенных болот. Петрозаводск: Карелия, 1976. 128 с.

Современное состояние и перспективы развития биогеоэкологических исследований. Петрозаводск, 1976 г. 112 с.

Андреев К.А. Интродукция деревьев и кустарников в Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1977. 144 с.

Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко и др. Л.: Наука, 1977. 302 с.

Казимиров Н.И., Морозова Р.М., Куликова В.К. Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.

Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. 176 с.

Биофизические методы исследований в экофизиологии древесных растений: Сб. статей / Ред. Л.К. Кайбияйнен. Л.: Наука, 1979. 112 с.

Селекция и лесное семеноводство в Карелии: Сб. статей / Ред. А.Д. Волков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1979. 144 с.

Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 104 с.

Атлас ультраструктуры растительных тканей / Под ред. М.Ф. Даниловой, Г.М. Козубова. Петрозаводск: Карелия, 1980. 456 с.

Шмин В.Б., Кузьмин И.А. Экологические последствия применения гербицидов в лесном хозяйстве. Л.: Наука, 1980. 176 с.

Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф. Азотный обмен у сосны на Севере. Л.: Наука, 1980. 166 с.

Биологические основы цветения и стимулирования плодоношения ели / Козубов Г.М., Ронис Э.Я., Ивонис И.Ю. и др. Петрозаводск: Карелия, 1981 г. 120 с.

Штина Э.А., Антипина Г.С., Козловская Л.С. Альгофлора болот Карелии и ее динамика под воздействием естественных и антропогенных факторов. Л.: Наука, 1981. 272 с.

Генезис и свойства песчаных почв в Карелии: Сб. статей / Ред. Л.С. Козловская, Р.М. Морозова. Л.: Наука, 1982. 144 с.

Изменение биологической активности торфяных почв под воздействием мелиорации / Л.С. Козловская, Л.М. Загуральская, Н.И. Германова и др. Л.: Наука, 1982. 164 с.

Репродуктивные структуры голосеменных (сравнительное описание) / Г.М. Козубов, В.В. Тренин, М.А. Тихова, В.П. Кондратьева. Л.: Наука, 1982. 104 с.

Зябченко С.С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 248 с.

Ивонис И.Ю., Шуляковская Т.А., Анисимовене Н.А. Ауксины и гиббереллины хвойных (на примере сосны). Л., Наука, 1984 г. 128 с.

Скробач В.Ф., Дмитриев А.С. Расчет оптимального состава и режимов работы машино-тракторных агрегатов в механизированных поточных линиях. Петрозаводск, 1984 г. 210 с.

Комплексное использование и воспроизводство лесных ресурсов Карельской АССР: Сб. статей / Ред. И.А. Глебов. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1985. 180 с.

Красная книга Карелии: Редкие и нуждающиеся в охране растения и животные. Петрозаводск: Карелия, 1985. 184 с.

Structure, radiation and photosynthetic production in coniferous stands / P. Hari, L. Kairiainen, E. Korpilahti et al. Helsinki: Yliopistopaino, 1985. 233 p.

Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере / Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф., Софронова Г.И. и др. Л.: Наука, 1985 г. 156 с.

Ермаков В.И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука, 1986. 144 с.

Еруков Г.В., Власкова Г.В. Гидротермический режим почв сосновых лесов Карелии. Л.: Наука, 1986. 112 с.

Тренин В.В. Цитоэмбриология лиственницы. Л.: Наука, 1986. 88 с.

Проблемы лесопользования в Карельской АССР: Сб. статей / Ред. А.Д. Волков, Н.М. Щербаков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 114 с.

Селекционно-генетические исследования древесных растений в Карелии: Сб. статей / Ред. В.И. Ермаков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 144 с.

Узенбаев С.Д. Экология хищных членистоногих мезотрофного болота. Петрозаводск, 1988 г. 152 с.

Тренин В.В. Введение в цитоэмбриологию хвойных. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 152 с.

Шубин В.И. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР (экологическая характеристика). Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 215 с.

Белоногова Т.В., Зайцева Н.Л. Эколого-биологические особенности хозяйственно ценных растений Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 168 с.

Габукова В.В. Фосфорный обмен у сосны на Севере. Петрозаводск: КФАН СССР, 1989. 152 с.

Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 208 с.

Медведева В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карелия, 1989. 168 с.

Экосистемы Валаама и их охрана / А.А. Кучко, Н.А. Белоусова, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Карелия, 1989. 200 с.

Родионов В.С. Современные методы выделения органелл и мембранных систем из клеток растений. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1990. 170 с.

Тихонов А.С., Зябченко С.С. Теория и практика рубок леса. Петрозаводск: Карелия, 1990. 224 с.

Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.

Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика) / А.Д. Волков, А.Н. Громцев, Г.В. Еруков и др. Петрозаводск: Карелия, 1990. 285 с.

Габукова В.В., Ивонис И.Ю. и др. Метаболизм сосны в связи с интенсивностью роста. Петрозаводск, 1991 г. 160 с.

Ермаков В.И., Новицкая Л.Л., Ветчинникова Л.В. Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 184 с.

Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.

Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках / В.И. Шубин, И.С. Гелес, В.И. Крутов и др. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 176 с.

Синькевич Т.А., Синькевич С.М. Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1991. 136 с.

Антропогенная динамика почв таежных экосистем / Отв. ред. О.Г. Чертов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. 219 с.

Атлас древесины и волокон для бумаги / Под ред. Е.С. Чавчавадзе. М.: Ключ, 1992. 336 с.

Гелес И.С., Коржицкая З.А. Биомасса дерева и ее использование. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 202 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Современные процессы почвообразования в хвойных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 284 с.

Охраняемые природные территории и памятники природы Карелии: Сб. статей / Ред. Н.А. Белоусова, А.А. Кучко, С.В. Сазонов. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 136 с.

Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана: Сб. статей / Ред. Н.Г. Федорец, И.П. Лазарева. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 208 с.

Габукова В.В., Ивонис И.Ю. Экофизиология репродуктивных процессов у хвойных. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 177 с.

Громцев А.Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 160 с.

Загуральская Л.М. Микробная трансформация органического вещества в лесных почвах Карелии. Л.: Наука, 1993. 135 с.

Коломыцев В.А. Болотообразовательный процесс в среднетаежных ландшафтах Восточной Финноскандии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 173 с.

Растительный мир Карелии и проблемы его охраны: Сб. статей /Ред. Г.А. Елина, А.Д. Волков. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 198 с.

Селекция и лесное семеноводство в Карелии: Сб. статей /Ред. В.В. Тренин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 214 с.

Экологическая ситуация в Карелии /Отв. ред. С.С. Зябченко. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 208 с.

Саковец В.И., Гаврилов В.Н. Лесообразовательные процессы на осушенных болотах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1994. 102 с.

Яковлев Е.Б. Двукрылые Палеарктики, связанные с грибами и миксомицетами. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 1994. 128 с.

Казимиров Н.И. Экологическая продуктивность сосновых лесов (Математическая модель). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1995. 132 с.

Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.

Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика) / А.Д. Волков, А.Н. Громцев, Г.В. Еруков и др. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Состояние сосняков в районах Карельского перешейка — юго восточной Финляндии и Костомкши — Кайнуу (Заключительный отчет по рос.-фин. науч.-исслед. проекту)/Ред.: И. Лумме, В. Архипов, Н. Федорец, Э. Мялкёнен.//Бюл. Науч.-исслед. ин-та леса Финляндии. 665. 1997. 75 с.

Сазонов С.В. Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Финноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 116 с.

Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии: Сб. статей. Вып. 1. / Ред. А.В. Кравченко. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 169 с.

Bibliography of Scandinavian and Russian forest thinning literature /Saramaki J., Sinkevich S., Harju A., Kolstrom T., Lipitsainen S., Myllynen A.-L., Ryttonen V.-M., Sivonen S. //University of Joensuu Research Notes. 55. 1997. 191 p.

Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой (Атлас) / Н.Г. Федорец, В.В. Дьяконов, П.Ю. Литинский, Г.В. Шильцова Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 50 с.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия: (оператив.-информ. материалы) / Ред.: В.И. Крутов, А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1998. 168 с.

Интегрированный экологический мониторинг в Карелии (концепция, программа, методы, результаты 1992-1996 гг.) /Ред.: В.А. Коломыцев, Г.В. Шильцова. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 115 с.

Крутов В.И., Минкевич И.И., Горбунова В.Н. Грибные болезни (микозы) деревьев и кустарников: Учебн. пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 89 с.

Медведев Н.В. Птицы и млекопитающие Карелии как биоиндикаторы химических загрязнений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 135 с.

Научные основы селекции древесных растений Севера: Сб. статей /Ред. Л.Л. Новицкая. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 168 с.

Red Data Book of East Fennoskandia. Ministry of Environment, Finnish Environment Institute, Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, Helsinki, 1998. 351 p.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря: (оператив.-информ. материалы) /Отв. ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 140 с.

Коренные леса северо-запада таежной зоны России: терминология, методы выявления, современное состояние (аналитический доклад) /Волков А.Д., Громцев А.Н., Литинский П.Ю., Саковец В.И. Петрозаводск, 1999. 65 с. (TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507).

Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения: (Материалы междунаrod. науч.-практ. конф.) /Ред.: А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 256 с. (TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507).

Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера /Федорец Н.Г., Соколов А.И., Шильцова Г.В., Германова Н.И., Крышень А.М., Антипина Г.С. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 74 с.

Рубки и восстановление лесов. TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507: Сб. ст. /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 118 с.

Экологический мониторинг лесных экосистем. Тез. докл. всерос. совещ., (г. Петрозаводск, (6-10 сент. 1999 г.) Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 134 с.

Великий Андомский водораздел /Куликов В.С., Антипин В.К., Бойчук М.А., Воробьев Г.А., Гриппа С.П., Кравченко А.В., Потахин С.Б., Сазонов С.В., Стойкина М.В., Шелехов А.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 60 с.

Грибные сообщества лесных экосистем /Ред.: Стороженко В.Г., Крутов В.И., Селочник Н.Н. М.–Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 321 с.

Громцев А.Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Занонежского полуострова и Северного Приладожья: (оперативно-информационные материалы) /Ред.: А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, 2000. 346 с.

Кравченко А.В., Гнатюк Е.П., Кузнецов О.Л. Распространение и встречаемость сосудистых растений по флористическим районам Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 76 с.

Оценка продуктивности лесных почв Карелии /Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 195 с.

Полевой А.В. Грибные комары (*Diptera: Bolitophilidae, Dityomyiidae, Keroplatidae, Diadocidiidae, Mycetophilidae*) Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 84 с.

Саковец В.И., Германова Н.И., Матюшкин В.А. Экологические аспекты гидрорелесомелиорации в Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 155 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 195 с.

Царев А.П., Погибные С.П., Тренин В.В. Генетика лесных древесных пород: Учебник. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. 340 с.

Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России /Ред.: В.И. Крутов, С.М. Синькевич, Л.К. Кайбияйнен., Н.Г. Федорец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 310 с.

Гаврилова О.И., Соколов А.И., Лесная рекультивация нарушенных земель на Севере: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 58 с.

Гелес И.С. Древесная биомасса и основы экологически приемлемых технологий ее химико-механической переработки. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 382 с.

Грибы заповедника «Кивач» (Аннотированный список видов) /Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М. и др. М., 2001. 90 с.

Громцев А.Н. Калевальский национальный парк: предложения к организации. Петрозаводск, 2001. 78 с. (ТАСИС: Проект ENVRUS9704: Развитие особо охраняемых природных территорий в приграничной полосе Республики Карелия).

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии: (оперативно-информационные материалы) / Ред.: А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, 2001. 216 с.

Коломыцев В.А. Национальный парк Койтайоки-Толвоярви. Предложения к организации. Петрозаводск, 2001. 74 с. (ТАСИС: Проект ENVRUS9704: Развитие особо охраняемых природных территорий в приграничной полосе Республики Карелия).

Коломыцев В.А. Географические особенности структуры и динамики заболоченности Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 184 с.

Основные понятия и термины ботанического ресурсосведения. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 105 с.

Соколов А.И., Харитонов В.А. Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 82 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М. Плодородие лесных почв Карелии: Учебное пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 114 с.

Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород: Учебник. М.: Логос, 2001. 520 с.

Чернобровкина Н.П. Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука. 2001. 172 с.

Krutov V.I., Gromtsev A.N., Volkov A.D. Forests of the Republic of Karelia. Joensuu, 2001. 32 p.

Natural complexes, flora and fauna of the proposed Kalevala National Park /A.N. Gromtsev (ed). Finnish Environment Institute. The Finnish Environment: 577. Helsinki, 2002. 74 s.

Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений. М.: МГУЛ, 2002. 258 с.

Крутов В.И., Минкевич И.И. Грибные болезни древесных пород. Учебное пособие для студентов лесных вузов и слушателей факультетов повышения квалификации по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство». Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 196 с.

Морозова Р.М., Лазарева И.П. Почвы и почвенный покров Валаамского архипелага. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 170 с.

Фактор биоразнообразия и комплексная продуктивность лесных экосистем северо-запада таежной зоны Европейской части России / А.Д. Волков, Т.В. Белоногова, Ю.П. Курхинен, С.В. Сазонов, В.И. Шубин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 223 с.

Фукусман И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 164 с.

Волков А.Д. Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 250 с.

Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений. 2-е изд. М.: МГУЛ, 2003. 280 с.

Лесные ресурсы, лесное хозяйство и лесопромышленный комплекс Карелии на рубеже XXI века /Ред. А.Д. Волков, В.И. Крутов, А.Ф. Козлов, А.И. Шишкин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 146 с.

Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка» /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2003. 91 с.

Методы классифицирования и описания лесных фитоценозов и почв (учебно-методическое пособие для студентов, аспирантов лесных и биологических специальностей) /Крышень А.М., Федорец Н.Г., Преснухин Ю.В., Синькевич С.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 58 с.

Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды / Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.).

Рациональное многоцелевое лесопользование и особо охраняемые природные территории: результаты и перспективы /А.Н. Громцев, А.С. Карпенко, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Скандинавия, 2003. 76 с.

Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 239 с.

Хумала А.Э. Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). М.: Наука, 2003. 175 с.

Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты (матер. междунар. науч.-практ. конференции) (Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 368 с. (на рус. и англ. яз.).

Ветчинникова Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 2004. 188 с.

Грибные сообщества лесных экосистем. Том. 2. /Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова. Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 311 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 152 с.

Сазонов С.В. Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии. М.: Наука, 2004. 391 с.

Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия) /Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 188 с.

Ветчинникова Л.В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 269 с.

Гнатюк Е.П., Крышень А.М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 68 с.

Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии /Ред. В.И. Саковец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 174 с.

Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России: Учебное пособие / Ананьев В.А., Асикайнен А., Вьялькю Э. и др. Йознсуу: НИИ леса Финляндии, 2005. 150 с.

Природные комплексы Вепской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 277 с.

Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-й междунар. конф. (Ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутов). Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 388 с.

Федорец Н.Г., Медведева М.В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 96 с.

Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах: Матер. междунар. науч. конф. /Отв. ред. С.А. Шоба. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 345 с.

Книга юного лесовода: Учебное пособие по основам лесоведения, лесоводства и охраны природы для обучающихся по дополнительным образовательным программам. 3-е изд., испр. и доп. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 350 с.

Крышень А.М. Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 262 с.

Курхинен Ю.П., Данилов П.И., Ивантер Э.В. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

Раевский Б.В., Мордась А.А. Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях первого порядка. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 91 с.

Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги /Отв. ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 2006. 287 с.

Соколов А.И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 215 с.

Гелес И.С. Древесное сырье — стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 500 с.

Основные публикации об Институте леса

Академия наук СССР. Карельский филиал. Институт леса. Петрозаводск: Карелия, 1974. 4 с.

Современное состояние и перспективы исследований в Институте леса Карельского филиала АН СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 55 с.

Институт леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: Карелкомиздат РК, 1992. 22 с.

Российская академия наук. Карельский научный центр. Институт леса. Петрозаводск: Карелкомиздат РК, 1997. 13 с.

Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 83 с.

Российская академия наук. Карельский научный центр. Институт леса. Петрозаводск, 2007.

Содержание

<i>Крутов В.И.</i> История и основные вехи деятельности Института леса (1957—2007 гг.)	5
<i>Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Синкевич А.Е.</i> Мониторинг лесов Ленинградской области на основе регулярной биоиндикационной сети пробных площадей по программе ICP-Forests	18
<i>Бондарцева М.А., Коткова В.М.</i> Исследования по биоте афиллофороидных грибов в таежных экосистемах Северо-Запада России	30
<i>Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А.</i> Массовое усыхание лесов на Северо-Западе России	42
<i>Исаев А.С.</i> Методологические основы мониторинга биоразнообразия лесов	53
<i>Исаева Л.Г.</i> Северотаежные леса в условиях аэротехногенного загрязнения	59
<i>Линдхольм Т., Хемми Р., Яковлев Е.</i> Итоги и перспективы российско-финляндского сотрудничества в области охраны окружающей среды на Северо-Западе России	72
<i>Мозолевская Е.Г.</i> Защита лесов России сегодня	77
<i>Рысин Л.П.</i> Рекреационное лесопользование; научные и практические аспекты	83
<i>Савельева Л.И.</i> Лесотипологические исследования в европейской части лесной зоны России	95
<i>Стороженко В.Г.</i> Структура микоценозов устойчивых лесных сообществ	107
<i>Цветков В.Ф.</i> Вопросы притундрового лесоводства	115
ПРЕЗЕНТАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ ИНСТИТУТА ЛЕСА КарНЦ РАН	126
<i>Громцев А.Н., Кравченко А.В.</i> Лаборатория ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем	127
<i>Саковец В.И.</i> Лаборатория лесоведения и лесоводства	140
<i>Соколов А.И.</i> Лаборатория лесовосстановления	148
<i>Крутов В.И.</i> Лаборатория лесной микологии и энтомологии	159
<i>Федорец Н.Г.</i> Лаборатория лесного почвоведения и микробиологии	166
<i>Новицкая Л.Л.</i> Лаборатория физиологии и цитологии древесных растений	178
<i>Морозов А.К.</i> Химико-аналитическое обеспечение научно-исследовательских работ в Институте леса	190
<i>Громцев А.Н.</i> Межинститутские и международные проекты	193
Список основных публикаций Института леса КарНЦ РАН	205

Научное издание

**Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России:
итоги и перспективы**

Материалы научной конференции, посвященной
50-летию Института леса Карельского научного центра РАН
(3–5 октября 2007 года).

*Печатается по решению
Ученого совета Института леса КарНЦ РАН*

Составители: *В.И. Крутов, А.Н. Громцев, О.О. Предтеченская*
Фото *И.Ю. Георгиевского*

Материалы опубликованы в авторской редакции

Серия ИД. Изд. лиц. № 00041 от 30.08.99 г. Сдано в печать 19.09.2007 г. Формат 60х84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 13,0. Усл. печ. л. 12,6. Тираж 350 экз. Изд. № 45. Заказ № 681

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ЛЕСА КАРНЦ РАН (1957–2007 гг.)

В.И. Крутов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
krutov@krc.karelia.ru*

50 лет назад в составе Карельского филиала АН СССР (КФАН СССР) на базе ранее образованных (1948 г.) Отдела леса с группами лесоводов, геботаников и лесопатологов и лаборатории лесохимии, а также части научных подразделений Института биологии КФ АН СССР (секторов болотоведения и мелиорации, почвоведения, лаборатории микробиологии) и заповедника «Кивач» был создан Институт леса (ИЛ) КФ АН СССР (Постановление Президиума АН СССР от 09.08.1957 г. № 602). В том же году утверждена его структура: сектор лесоведения с группами лесоведения, климатологии, лесной гидрологии (врио зав. к.с.-х.н. Н.О. Соколов); сектор лесоводства с группой лесных культур (вскоре его возглавил к.с.-х.н. Т.И. Кищенко); сектор лесопатологии с группами: энтомологии, фитопатологии и гербицидов (врио зав. к.б.н. В.Я. Шиперович); секторы лесного почвоведения (врио зав. к.с.-х.н. В.А. Бухман); болотоведения и лесной мелиорации (зав. к.г.-м.н. Л.Я. Лепин); микробиологии лесных почв (зав. Р.С. Кацнельсон); лесной геоботаники (позднее его возглавила к.б.н. М.Л. Раменская); лаборатория лесохимии (зав. к.т.н. Н.Ф. Комшилов); заповедник «Кивач» (директор к.б.н. Ф.С. Яковлев). Штат института состоял из 52 человек, включая 24 научных сотрудника (из них 11 кандидатов наук). Тогда же были определены и основные направления научных исследований:

— изучение лесов республики, их гидрологической и климатической роли, разработка теоретических основ лесовозобновления на вырубках в условиях современной механизации лесозаготовок и вопросов рационализации ведения лесного хозяйства;

— исследование биологических и экологических свойств лесообразователей и других полезных растений;

— изучение флоры, растительности и почвенного покрова, фауны позвоночных и беспозвоночных, особенно видов, имеющих хозяйственное значение.

Директором-организатором ИЛ стал к.г.-м.н. Л.Я. Лепин. В 1958 г. (по 1962) его сменил доцент Ленинградской лесотехнической академии, лесовод, дендролог, к.с.-х.н. Н.О. Соколов, который в 1931–1937 гг. возглавлял лесную секцию комплексного Карельского научно-исследова-

тельского института. Как исследователь-дендролог он занимался изучением формового разнообразия берез Карелии, впервые в России выделил форму березы бородавчатой, широко известную ныне как береза карельская, выявил места произрастания ее в республике. Под его руководством созданы семенные участки-заказники и первые лесные культуры этой породы. С 1962 по 1963 г. врио директора оставался к.б.н. В.И. Шубин — ныне известный ученый-миколог, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный лесовод КАССР, д.б.н., профессор. При нем произошли существенные изменения в структуре ИЛ. Созданы 4 лаборатории: физиологии древесных растений; лесного почвоведения и микробиологии; лесохимии; физико-химических исследований древесины и целлюлозы, 3 сектора: лесоводства; лесоведения; лесопатологии. Значительный вклад в становление института и организацию лесоводственных и лесобиологических исследований в Карелии внесли известный ученый-селекционер, специалист по березам Севера, заслуженный деятель науки КАССР, к.с.-х.н. В.И. Ермаков, руководивший институтом с 1964 по 1986 гг., и ученый-лесовод, специалист по рубкам леса, заслуженный лесовод КАССР, д.с.-х.н. С.С. Зябченко — директор института в 1986–1994 гг. С конца 1994 г. по настоящее время институт возглавляет лесовод, фитопатолог, специалист по защите растений, заслуженный лесовод РФ и КАССР, д.б.н. В.И. Крутов.

В истории и деятельности ИЛ выделяются четыре периода. В **первый период** (1957–1963 гг.) проведены исследования лесов республики в флористическом, фитоценотическом, геоботаническом, гидрологическом и типологическом аспектах, носившие в основном инвентаризационный характер. По их результатам опубликованы монография «Типы лесов Карелии и их природное районирование» (Ф.С. Яковлев, В.С. Воронова, 1959), «Определитель высших растений Карелии» (М.Л. Раменская, 1960), брошюры «Методы определения годности еловых шишек, поврежденных насекомыми и грибами» (В.Я. Шиперович, Б.П. Яковлев, 1960), «Вредители шишек и семян ели» (Б.П. Яковлев, 1961) и др., не утратившие научной и практической значимости до настоящего времени. Институт (Р.М. Морозова) участвовал в составлении почвенной карты Карелии (М 1: 600000). Была разработана региональная классификация типов вырубков (В.С. Воронова, Н.И. Ронконен). В эти годы совместно с Петрозаводской ЛОС закладываются эксперименты с целью разработки региональных нормативных документов в области естественного (Т.И. Кищенко, Н.И. Казимиров, М.И. Виликайнен) и искусственного лесовосстановления (Л.В. Попов, В.И. Шубин, А.И. Кузнецова, В.К. Мороз), рубок главного пользования (Т.И. Кищенко, А.А. Иванчиков), рубок ухода, в том числе с применением арборицидов в хвойно-лиственных молодняках

(Н.И. Казимиров, Р.М. Сбоева, И.А. Кузьмин, Р.М. Морозова), лесосеменного хозяйства и лесного семеноводства (Ф.А. Акакиев, В.И. Бакшаева, В.И. Ермаков, Г.М. Козубов, Е.М. Марьин), начались исследования в области лесосошительной мелиорации (Г.Е. Пятецкий). В результате появилась основа для разработки целого ряда методических пособий по различным вопросам ведения лесного хозяйства в республике. В ответ на запросы производства в области лесохимии велись поиски (Н.Ф. Комшилов) путей увеличения производства стратегического продукта — канифоли из пневого осмола и повышения выхода сульфатного мыла в сульфатно-целлюлозном производстве. В итоге были подготовлены материалы к обоснованию сырьевой базы проектируемого Медвежьегорского канифольно-экстракционного завода. В 1959 г. подготовлено научное обоснование для отнесения лесов Валаамского архипелага к категории особо ценных, утвержденное распоряжением Совета Министров Карелии. Позднее, в 1965 г., был создан природный заказник, а в 1979 г. по инициативе и при активном содействии сотрудников ИЛ Валаам получил статус историко-архитектурного и природного музея-заповедника. С 1959 г. ИЛ вел комплексные исследования водоохранной роли лесов Карелии (Е.С. Останин, А.А. Кучко).

Второй период истории приходится на 1963–1967 гг., когда в связи с реорганизацией КФ АН СССР ИЛ несколько раз изменяет свою ведомственную подчиненность и название: 1963–1965 гг. — Карельский институт леса Госкомитета по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству при Госплане СССР, в 1965–1966 гг. — входил в состав объединенного Карельского НИИ лесной промышленности и лесного хозяйства (КарНИИЛПХ), директором которого был назначен В.И. Ермаков. В этой связи лесобиологические исследования приобрели явную региональную и практическую направленность. Приоритетными стали прикладные работы, нацеленные на региональные лесоводственные, лесогидрологические и другие лесохозяйственные исследования; разработку научно обоснованных мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов и повышению продуктивности лесных площадей КАССР. В 1966 г. лесобиологическое направление было выделено в самостоятельный институт — Карельский институт леса Гослесхоза СССР.

В этот период наряду с усилением прикладных разработок интенсивно изучались биология и экология основных лесообразующих пород Карело-Кольского региона (В.И. Ермаков, Г.М. Козубов, Е.М. Марьин). Успешно велось изучение ультраструктуры репродуктивной сферы (клеток и тканей) хвойных пород, впервые в России для этих целей применен электронный микроскоп (Г.М. Козубов). Начаты исследования физиолого-биохимических

процессов роста и развития лесных насаждений, адаптации их к экстремальным условиям Севера (Ю.Е. Новицкая). Завершено обоснование объемов и размещения лесосушительных работ в КАССР, разработана классификация лесомелиоративного фонда по группам эффективности, реализованная в «Генеральной схеме организации лесомелиоративных работ в Карельской АССР» (Г.Е. Пятецкий, В.М. Медведева). Ведется конструирование лесохозяйственной техники (В.Я. Унт, В.В. Тычинин). На базе экспериментального образца навесного покровосдирателя-сеялки ПДН-1, предназначенного для подготовки почвы и создания лесных культур посевом (В.Я. Унт), была разработана серия не имеющих аналогов почвообрабатывающих орудий (ПДН-1, ПДН-2 и ПЛС-2) для посева и посадки леса, которые до настоящего времени работают на вырубках Карелии и за ее пределами. Изучаются возможности вовлечения в целлюлозно-бумажное производство лиственной и низкокачественной (сухостойной) древесины хвойных пород (А.П. Матюшкина, З.А. Коржицкая).

Третий период (1967–1991 гг.) связан с восстановлением Карельского филиала АН СССР и возвращением в его состав ИЛ. Соответственно, в 1968 г. Отделением общей биологии АН СССР были скорректированы основные направления исследований института:

- комплексное изучение лесных биогеоценозов Карельской АССР и Мурманской области;

- разработка научных основ восстановления и повышения продуктивности лесов и усиления их климаторегулирующей, водоохранной и почвозащитной роли;

- исследование вопросов цитологии, генетики и селекции, лесного семеноводства, интродукции новых хозяйственно ценных форм древесных пород;

- изучение физико-химических свойств и путей рационального использования древесины и продуктов ее химической переработки.

В этот период формируется ресурсоведческое направление (Л.К. Поздняков, Н.М. Щербаков). Изучаются ресурсы ягодных и лекарственных растений, их экология и режим эксплуатации зарослей; разработаны методы учета и прогнозирования урожая ягод (В.И. Саковец, Т.В. Белоногова, Н.Л. Зайцева). До 1994 г. ИЛ оставался координационным центром по этому направлению на территории СНГ.

Активно развивается эколого-физиологическое направление (Л.К. Кайбияйнен). Разработаны оригинальные методы непрерывной регистрации физиологических процессов и оценки влияния факторов внешней среды с целью моделирования биопродукционного процесса в лесных фитоценозах. Эти исследования получили широкое признание как в нашей стране, так и за рубежом.

В основном завершены исследования возрастной структуры древостоев сосны и ели в лесах региона. По их результатам опубликован ряд монографий и предложены пути рационализации рубок главного пользования применительно к целевому назначению лесов (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.Д. Волков).

Обоснован метод реконструкции двухъярусных лиственно-еловых насаждений (А.Д. Волков, Н.И. Казимиров, Т.А. Синькевич, С.М. Синькевич).

Завершен цикл исследований формирования молодняков на вырубках. В содружестве с Петрозаводской ЛОС и Минлесхозом КАССР разработаны «Наставления по рубкам ухода в лесах Карельской АССР» (С.С. Зябченко, М.П. Синькевич, Н.И. Рябинин, 1982).

Впервые в стране (совместно с Институтом биологии КФ АН СССР) проведена комплексная оценка влияния арборицидов, применяемых для химического ухода за лесом, на основные компоненты лесных биогеоценозов (рук. И.А. Кузьмин, А.С. Лутта).

Обоснованы типы лесных культур и составлены технологические карты на их производство, разработано «Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде КАССР» (В.И. Шубин, Г.А. Гавриленко, 1969), которое после доработки переиздавалось в 1984 и 1995 гг. Производству переданы практические рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород (А.П. Яковлев и др.) и защите его от грибных болезней и вредителей в лесных питомниках республики (В.И. Крутов).

Начаты комплексные стационарные исследования современных процессов почвообразования, в том числе в связи с лесохозяйственной деятельностью (Р.М. Морозова, В.К. Куликова, Г.Е. Еруков, А.А. Стрелкова), которые продолжаются и в настоящее время (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Получило признание педозоологическое направление (Л.С. Козловская). Исследованы структурно-функциональная организация сообществ почвенных организмов и их роль в процессе почвообразования. Было показано, что методы биодиагностики перспективны для прогноза и контроля состояния лесных экосистем в условиях антропогенного воздействия (Л.М. Загуральская, Н.И. Германова).

Чл.-корр. АН СССР Н.И. Пьявченко впервые разработаны принципы лесомелиоративного районирования Европейского Севера, определен объем лесоосушительной мелиорации, технологии осушения и лесохозяйственного освоения осушенных земель. Основан лесоболотный стационар «Киндасово» и организована лаборатория лесоосушительной мелиорации.

ИЛ стал ведущей организацией лесного профиля в области цитозембриологического изучения древесных пород с использованием световой и электронной микроскопии (Г.М. Козубов). Подтверждение этому — издание (совместно с БИН РАН) таких фундаментальных трудов, как «Атлас ультраструктуры растительных клеток» (1972), удостоенный премии АН СССР им. К.А. Тимирязева, и «Атлас ультраструктуры растительных тканей» (1980) и ряда монографий.

Под руководством В.И. Ермакова выполнены значительные работы по гибридизации березы, изучению путей и механизмов адаптации ее основных видов к условиям Севера. Проведены комплексные генетико-селекционные исследования березы карельской, разработаны способы размножения ее лучших форм. Открыт способ прижизненного обогащения древесины обычных видов берез путем трансплантации коры березы карельской.

В эти же годы изучалось формовое разнообразие сосны обыкновенной, ели и осины в Карелии и Мурманской области (Г.М. Козубов, В.И. Бакшаева, М.А. Щербакова, Е.М. Марьин), что послужило хорошей основой для создания в республике постоянной лесосеменной базы на селекционной основе. На территории Карелии заложено несколько участков географических культур сосны и ели, которые вошли в государственную сеть географических культур основных лесообразующих пород. Материалы этих исследований (М.А. Щербакова, Е.М. Марьин) опубликованы в книге «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР» (1982), подготовленной по заданию Гослесхоза СССР. Производству переданы практические рекомендации по сбору, хранению и переработке шишек сосны и ели на Севере европейской части РСФСР (А.Д. Волков, М.А. Щербакова, 1985), не утратившие актуальности до настоящего времени.

В 1971–1991 гг. впервые в стране выполнен большой комплекс работ по изучению физико-химических свойств и структуры древесины сосны с повышенным приростом, разработке путей рационального использования тонкомерной древесины сосны, березы и осины после рубок ухода, а также отходов окорки древесины в целлюлозно-бумажной промышленности и для производства древесно-волоконистых плит (А.П. Матюшкина, З.А. Коржицкая, И.С. Гелес и др.). Разработаны методические указания по приготовлению и использованию органо-минеральных удобрений из отходов (гидролизного лигнина) ЦБК в лесных питомниках (Л.Г. Пилюгина).

Велись работы по конструированию машин и механизмов для лесосушительной мелиорации. Созданы опытные образцы роторного каналопателя непрерывного действия и фрезы для обработки почвы на

торфяниках с формированием микроповышений под лесные культуры и др. (А.С. Дмитриев). Разработана технология переоборудования лесохозяйственного трактора ЛХТ-55 в болотоходную модификацию (В.В. Тычинин). Новизна этих разработок подтверждена авторскими свидетельствами.

Развиваются природоохранные исследования (К.А. Андреев). ИЛ — инициатор и активный участник научного обоснования организации природного заповедника «Костомукшский», двух ботанических и одного болотного заказников. Опубликовано первые в республике научный сборник «Охрана природы в Карелии» (1979) и «Красная книга Карелии» (1985). В конце 70-х годов формируется ландшафтоведческое направление (А.Д. Волков).

Четвертый период (1991–2007 гг.) начался с созданием Российской академии наук (РАН). ИЛ стал структурным подразделением Карельского научного центра РАН (ИЛ КарНЦ РАН). К концу 1991 г. в его штат входили 181 человек, включая 89 научных сотрудников, из них 4 доктора и 50 кандидатов наук.

Кризисная ситуация в экономике страны в начале 90-х годов и сложность бюджетного финансирования академической науки обусловили значительные изменения основных направлений исследований (Постановление Президиума РАН от 12.02.1992 г. №67) и структуры института. Исключен ряд прикладных направлений: конструирование лесохозяйственной техники и разработка технологий целлюлозно-бумажного производства. Приоритетными стали:

- изучение структурно-функциональной организации, динамики и биоресурсного потенциала лесных экосистем, разработка научных основ повышения их комплексной продуктивности;
- исследование физиологических и генетических аспектов адаптации и продуктивности древесных растений;
- изучение структуры почвенного покрова и генезиса лесных почв;
- разработка проблем охраны лесных ландшафтов (эколого-экономическая оптимизация природопользования и создание охраняемых природных комплексов).

С этим связана ликвидация двух лабораторий: технических проблем лесного хозяйства и химии древесины. На базе последней создана аналитическая лаборатория. Штатная численность ИЛ уменьшилась почти на треть. В 1993 г. ИЛ осуществил переход на самостоятельный баланс с правом юридического лица, в 1998, 2001 и 2005 гг. успешно прошел государственную аккредитацию.

В эти годы сформировалась научная школа в области ландшафтной экологии (А.Д. Волков, А.Н. Громцев). Отделением биологических наук

РАН ИЛ признан ведущим по данному направлению. Разработана оригинальная классификация и карты географических ландшафтов региона, проведено районирование Карелии по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям. Опубликовано серия монографий. Полученные материалы используются в практике планирования и при проведении экологических и эколого-экономических экспертиз.

Впервые в России успешно развивались исследования по моделированию лесных биогеоценозов (чл.-корр. ВАСХНИЛ Н.И. Казимиров).

ИЛ — единственное в России научное учреждение, где проводятся долговременные (почти 50-летние) исследования по микосимбиотрофии древесных растений (проф. В.И. Шубин). Изучены видовой состав и экологические особенности шляпочных съедобных и микоризных грибов и их связи с древесными породами.

Дальнейшее развитие получили лесоводственные (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.Д. Волков, С.М. Синькевич), болотоведческое и гидролесомелиоративное направления (В.И. Саковец, В.А. Ананьев, Н.И. Германова). Исследованы структура и биологическая продуктивность лесов Карело-Кольского региона, выявлены биосферная роль и влияние лесных экосистем на составляющие водного баланса в бассейнах Онежского и Ладожского озер. Изучены лесоводственно-экологические последствия рубок главного и промежуточного пользования, разработаны и приняты нормативные документы по этим видам рубок. До 1994 г. ИЛ был головной организацией Научного совета по проблемам леса Отделения общей биологии РАН по направлению «Совершенствование системы рубок с целью формирования высокопродуктивных и устойчивых насаждений».

Среди приоритетных оставалось лесобиологическое направление, нацеленное на исследование цитолого-генетических и физиолого-биохимических процессов у древесных растений и адаптации их к неблагоприятным условиям внешней среды (В.В. Габукова, Т.А. Шуляковская, И.Ю. Ивонис, Н.П. Чернобровкина, Л.Л. Фуксман, В.С. Родионов), а также влияния промышленного загрязнения на физиологические процессы у сосны в условиях длительного и интенсивного влияния токсичных поллютантов (Л.К. Кайбияйнен, И.Л. Фуксман, Г.И. Софронова, Т.А. Сазонова и др.).

ИЛ — ведущая научная организация в России по изучению происхождения карельской березы. Дело основателя этого направления В.И. Ермакова достойно продолжают его ученики д.б.н. Л.В. Ветчинникова и д.б.н. Л.Л. Новицкая — авторы и соавторы нескольких монографий по данной теме. В настоящее время исследуются ультраструктура тканей и механизмы формирования древесины березы карельской, отрабатывается техно-

логия ее клонального микроразмножения. По инициативе и при активном участии ИЛ разработаны концепция и региональная целевая программа «Сохранение генофонда карельской березы и воспроизводство ее ресурсов в целях промышленного освоения на территории Республики Карелия на 2008–2015 годы», одобренные Правительством РК.

Важным итогом многолетних исследований в области лесной селекции и семеноводства явилась разработка методики генетической оценки клонов сосны обыкновенной и модели прогноза будущего урожая семян на лесосеменных прививочных плантациях Карелии (А.А. Мордадь, Б.В. Раевский).

Многолетнее изучение флористических и фаунистических комплексов лесных экосистем выявило видовое и ценотическое разнообразие флоры и фауны Карелии. Подготовлены базы данных и опубликованы региональные сводки высших растений (А.В. Кравченко, А.М. Крышень), аннотированные списки видов лишайников (М.А. Фадеева), грибов (В.И. Шубин, В.И. Крутов, О.О. Предтеченская, А.В. Руоколайнен), насекомых (Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала, Л.М. Ласкова) и др. Обобщены результаты изучения орнитофауны Восточной Фенноскандии, предложена новая схема орнитогеографического деления этого региона и севера Русской равнины (С.В. Сазонов). В «Красные книги» Карелии, РСФСР и Восточной Фенноскандии внесены выявленные на территории Карелии редкие виды флоры и фауны, нуждающиеся в охране. Показано влияние антропогенной трансформации таежных экосистем (в ходе лесоэксплуатации) на структуру местообитаний, видовое разнообразие и численность популяций фоновых видов тетеревиных птиц и млекопитающих (Ю.П. Курхинен).

Исследованы структура, генезис и агрохимические свойства лесных почв, существенно модифицирована почвенная карта региона и составлены крупномасштабные почвенные карты Валаамского архипелага, заповедника «Кивач», российско-финляндского парка «Дружба». Обобщены результаты многолетних исследований по содержанию и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах Восточной Фенноскандии. Разработаны принципы бонитировки лесных земель. Составлены кадастр лесных земель и карты загрязнения территории РК тяжелыми металлами. Формируется научная школа лесного почвоведения (Н.Г. Федорцев, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

Большое внимание уделяется оценке экологической ситуации, вопросам охраны природы в Карелии, сохранению и регулированию биоразнообразия в лесных экосистемах (А.А. Кучко, А.Н. Громцев, А.Д. Волков, А.В. Кравченко, С.В. Сазонов и др.). Составлена экологическая карта Карелии, опубликованы монография «Экологическая ситуация в Карелии»

(1993), серия работ по экологии. Проведены комплексные исследования влияния промышленного загрязнения на состояние лесных экосистем, созданы полигоны интегрированного в европейскую сеть (Камалахти) и локального эколого-биологического (Костомукша) мониторингов (А.А. Кучко, И.П. Лазарева, В.А. Коломыцев, В.В. Дьяконов, Г.В. Шильцова, В.И. Крутов, Н.Г. Федорец). Разработана концепция формирования сети особо охраняемых природных территорий (С.В. Сазонов). ИЛ — один из инициаторов создания и руководитель НИР по обоснованию большинства организованных в последние годы ООПТ, в т.ч. национальных парков «Паанаярви», «Водлозерский» и «Калевальский»; активный участник подготовки и издания Государственных докладов о состоянии окружающей природной среды РК (1993–2006 гг.), «Красной книги Карелии» (1985, 1995) и «Красной книги Восточной Финноскандии» (1998), основной разработчик «Концепции экологической безопасности города Петрозаводска на 2001–2010 гг.» (2001). Участвует в экспертизе проектов постановлений Правительства РК по природоохранной и лесохозяйственной тематике. Ученые ИЛ оказывают большую помощь в решении проблемы сохранения памятников деревянного зодчества музея-заповедника «Кижи»: организован мониторинг биоразрушения деревянных конструкций, изучаются процессы старения древесины и ведется поиск экологически безопасных технологий ее консервации и др. (В.А. Козлов, М.В. Кистерная).

Институт поддерживает тесные творческие связи с научными организациями и вузами лесного и лесобиологического профиля России. С 90-х гг. заметно расширяются международные связи. ИЛ стал членом Европейского института леса (Финляндия) и Международного союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО). Успешно сотрудничает с родственными научными учреждениями Финляндии, Швеции, Норвегии, участвовал в выполнении 24 международных, в основном российско-финляндских, программ, проектов и совместных тем. С 1997 г. и по настоящее время исследования проводятся в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России». По этим материалам в сотрудничестве с другими институтами КарНЦ РАН дано научное обоснование организации новых национальных парков «Калевальский» (создан в 2006 г.), «Ладожские шхеры», «Тулос», «Койтайоки-Толвоярви», ландшафтных заказников «Сыроватка» и «Чукозеро», дана подробная характеристика природных комплексов Вепсской волости, подобная работа ведется на площадях территории планируемого ландшафтного заказника «Гридино». На названных территориях проведены инвентаризация и изучение биологического разнообразия наземных и водных экосистем. По

материалам исследований проведены две крупные международные конференции и опубликовано несколько монографий и сборников оперативного-информационных материалов.

В настоящее время в структуре института 7 лабораторий: лесоведения и лесоводства (зав. д.с.-х.н. В.И. Саковец); лесовосстановления (зав. к.с.-х.н. А.И. Соколов); ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем (зав. к.б.н. А.В. Кравченко); лесной микологии и энтомологии (рук. д.б.н. В.И. Крутов); лесного почвоведения и микробиологии (зав. д.с.-х.н. Н.Г. Федорец); физиологии и цитологии древесных растений (зав. д.б.н. Л.Л. Новицкая) и аналитическая (зав. А.К. Морозов). Функционируют 6 стационаров и опорных пунктов, экспериментальная база на Агробиологической станции Института биологии КарНЦ РАН. В институте имеется гербарий сосудистых растений (свыше 25 тыс. образцов), лишайников (свыше 8 тыс. образцов) и грибов (около 4 тыс. образцов), а также коллекция насекомых (около 20 тыс. экз.). Открыта аспирантура по 5 специальностям, с 1998 г. функционирует филиал кафедры лесного хозяйства лесотехнического факультета, а с 2005 г. — филиал кафедры агрономии и почвоведения сельскохозяйственного факультета ПетрГУ. Общее число работающих 96 человек, в том числе 58 научных сотрудников, среди которых 11 докторов и 32 кандидата наук. В штате института 19 молодых ученых и аспирантов в возрасте до 35 лет.

Современная тематика НИР соответствует основным направлениям фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН и включает изучение:

- структурно-функциональной организации и динамики лесных экосистем и эколого-экономическую оптимизацию лесопользования;

- строения и динамики лесных сообществ искусственного происхождения и биоэкологическое обоснование способов и технологий восстановления лесов;

- строения, спонтанной и антропогенной динамики таежных ландшафтов и ландшафтно-экологическое планирование многоресурсного лесопользования;

- структуры комплексов лесных насекомых и грибов, их биоценологических связей в целях повышения устойчивости и продуктивности лесных экосистем, разработку зональной системы лесозащитных мероприятий;

- вопросов интродукции, семеноводства, селекции и клонального микроразмножения древесных растений;

- структуры почвенного покрова, оценку продуктивности лесных земель, биодиагностику плодородия почв, антропогенной трансформации и оптимизации их экологических функций;

- разнообразия региональной биоты, популяционной структуры и генотипической изменчивости лесообразующих пород;
- биопродукционных процессов в лесных фитоценозах на субклеточном, клеточном, тканевом, организменном, ценоотическом уровнях и др.;
- а также обоснование репрезентативной сети особо охраняемых природных территорий.

Исследования выполняются на высоком методическом уровне в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и международных грантов. Возглавляют их известные в нашей стране и за рубежом доктора наук Л.В. Ветчинникова, А.Н. Громцев, В.И. Крутов, А.М. Крышень, Ю.П. Курхинен, Н.В. Медведев, Л.Л. Новицкая, Т.А. Сазонова, В.И. Саковец, Н.Г. Федорец, Н.П. Чернобровкина, В.И. Шубин и кандидаты наук В.А. Ананьев, О.Н. Бахмет, Н.И. Германова, А.В. Кравченко, А.В. Полевой, Б.В. Раевский, С.В. Сазонов, С.М. Синькевич, А.И. Соколов, М.А. Фадеева, А.Э. Хумала и др.

В последние годы благодаря целевым программам Президиума РАН и Российского фонда фундаментальных исследований значительно обновлена приборная база института. Он оснащен таким современным оборудованием, как CHNOS-анализатор марки PE-2400 фирмы «Perkin Elmer», атомно-абсорбционный спектрофотометр AA-6800 фирмы «Shimadzu» (Япония) с пламенной и электротермической атомизацией, с дейтериевой коррекцией фона и SR-методом; микроволновая система подготовки образцов Multiwave фирмы «Anton Paar» (Австрия), хроматограф газовый «Кристалл 5000м» с пламенно-ионизационным и детектором электронного захвата («Хроматэк», Йошкар-Ола), хроматограф жидкостный «Стайер» (НПКБ «Аквилон», Москва), анализатор аминокислотный («Микротехна», Чехия) и др.

Основные результаты исследований ИЛ опубликованы в 110 монографиях, 130 тематических сборниках научных работ, 75 научно-популярных книгах и брошюрах и сотнях статей в отечественных и зарубежных изданиях. Составлена серия средне- и мелкомасштабных тематических карт и опубликован атлас загрязнения лесной территории РК тяжелыми металлами и серой. Получено более 50 авторских свидетельств и 2 патента на изобретения. Учеными института (с участием специалистов лесного хозяйства) разработано более 100 региональных наставлений, рекомендаций, методических указаний по всем вопросам ведения лесного хозяйства, рационального природопользования и охраны природы, которые находят широкое практическое применение в лесохозяйственной и приро-

доохранной деятельности в РК и на Северо-Западе таежной зоны РФ. Среди них: «Наставление по рубкам ухода в лесах Республики Карелия» (1970, 1982, 1995), «Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде Республики Карелия» (1969, 1984, 1995), «Рубки ухода в лесах таежной зоны европейской части России» (1995), «Рубки главного пользования и меры содействия естественному лесовозобновлению в лесах Республики Карелия (нормативные материалы)» (1998), «Рекомендации по проведению рубок обновления и переформирования в водоохранных лесах Карелии» (2003) и др. В рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России» институт участвовал в составлении «Рекомендаций по проведению рубок промежуточного пользования на Северо-Западе России» (2004), «Рекомендаций по лесовосстановлению в Республике Карелия и Мурманской области» (2005) и «Рекомендаций по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России» (2005).

Значительный вклад ученых института в развитие лесобиологической науки и практику лесного хозяйства республики отмечен государственными наградами и почетными званиями СССР, РФ и РК.

Актуальность научных проблем и прикладных задач, решаемых институтом, определяется тем, что лес является основным биотическим компонентом ландшафтов региона, выполняющим важные экологические функции. Лесосырьевые ресурсы республики были и остаются основой для функционирования лесопромышленного комплекса — ведущей отрасли экономики Карелии.

МОНИТОРИНГ ЛЕСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯРНОЙ БИОИНДИКАЦИОННОЙ СЕТИ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПО ПРОГРАММЕ ICP-FORESTS

А.С. Алексеев *, Р.Ф. Трейфельд **, А.Е. Синкевич *

**Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия,
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5,
e-mail: a_s_alekseev@mail.ru*

***ФГУП «Севзаплеспроект»*

Введение

В 2005 году отмечалось 20 лет со дня начала реализации крупнейшего международного проекта в области лесного хозяйства — проекта экологического мониторинга лесов по единой методике, известной в России как методика Международной кооперативной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнений атмосферы на леса (ICP-Forests). Указанная программа мониторинга лесов осуществляется под эгидой Экономической комиссии ООН для Европы в рамках Международной конвенции по трансграничному загрязнению атмосферы (CLTAP) с 1985 года [1, 2].

Экологический мониторинг лесов по программе ICP-Forests начал осуществляться еще в бывшем СССР с 1987 г. в республиках Прибалтики, так как в соответствии с CLTAP СССР должен был создать систему мониторинга лесов на глубину 500 км от своих западных границ [3]. С 1995 года мониторинг по программе ICP-Forests рекомендован для осуществления бывшей Федеральной службой лесного хозяйства РФ, а с 1998 года он рекомендован ею как инструмент для контроля за критерием №2 — поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов, из списка Критериев и Индикаторов устойчивого управления лесами, утвержденного приказом № 21 от 5 февраля 1998 года Федеральной службы лесного хозяйства [4,5].

Наиболее широкое распространение экологический мониторинг лесов по программе ICP-Forests [6] получил в Ленинградской области, некоторые его итоги и возможные перспективы излагаются в настоящей статье.

Основы методики регионального мониторинга лесов с применением регулярных биоиндикационных сетей [7]

Регулярные биоиндикационные сети пробных площадей являются наиболее простым и понятным способом организации отбора модельных деревьев с некоторой заданной относительно большой территории по строгим и однозначным правилам. Выполнение таких правил позволяет

считать осуществленную по ним выборку случайной и, в том случае если деревьев отобрано достаточное количество — репрезентативной, а полученные выводы о состоянии лесов на данной территории будут статистически обоснованными. Применение регулярных биоиндикационных сетей аналогично широко применяемому в таксации механическому отбору деревьев в выборку (выбирается, например, каждое 5-е дерево в изучаемом насаждении), обеспечивающему с достаточной точностью ее случайность.

Обоснование необходимого числа модельных деревьев (N) осуществляется с использованием неравенства Чебышева, которое справедливо для любого вида распределения деревьев по классам повреждения:

$$P(|x - x^*| > a) \leq s^2 / a^2 \cdot N,$$

где x — средний класс повреждения деревьев, определенный по N моделям в результате мониторинга, x^* — истинный средний класс повреждения деревьев на заданной территории, a — допустимая погрешность определения среднего класса повреждения, s^2 — дисперсия распределения деревьев по классам повреждения, P — вероятность уклонения истинного значения среднего балла повреждения деревьев от рассчитанного по N моделям более, чем на a . Отсюда количество модельных деревьев равно:

$$N = s^2 / a^2 \cdot P$$

При определении N оценку дисперсии s^2 целесообразно взять соответствующей равномерному распределению деревьев по классам повреждения, как имеющему максимальную дисперсию. Таким образом, при 4-х и 5-ти балльной шкале состояний $s^2 = 1,25$ и $2,0$, предполагая допустимую погрешность определения среднего класса повреждения $0,1$, вероятность ошибки, большей чем допустимая — $P = 0,05$, получаем $N = 2500-4000$ шт., что соответствует 104 и 167 пунктам постоянных наблюдений (ППН) по 24 дерева на каждом. На территории Ленинградской области было запроектировано 239 ППН, 158 по сосне и 81 по ели (рис.1). Как видно на карте наибольшее число ППН заложено на Карельском перешейке и в Западной части области, где имеет место быть наибольшая плотность населения и, соответственно, наибольшая интенсивность антропогенных воздействий.

В соответствии с вышеуказанной методикой ППН закладываются в центрах (с отклонением не более $0,5$ км) пересечения координат биоиндикационной сети, не ближе 35-40 м от края таксационного выдела, опушки, дороги, ЛЭП, с привязкой к хорошо заметным в натуре ориентирам. При отсутствии в центре ППН дерева в землю вкапывается столбик.

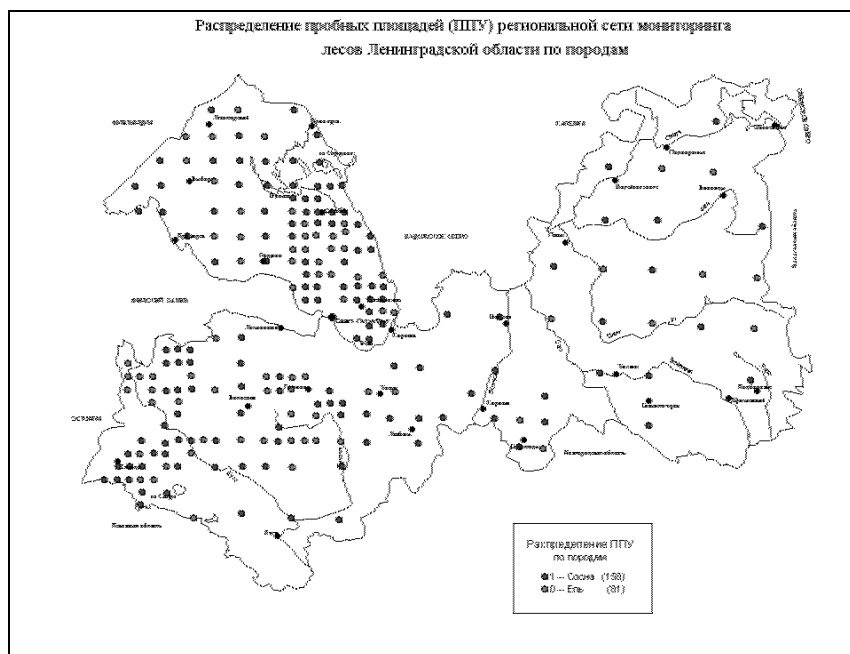


Рис. 1. Регулярная сеть пунктов постоянных наблюдений (ППН) системы мониторинга лесов Ленинградской области

Следует отметить, что каждый выдел, в котором закладывается ППН, автоматически приобретает статус ОЗУ, и исключается из расчета любых видов пользования.

На каждом ППН оценивается 24 дерева — по 6 в каждой из четырех точек учета (ТУ). Точки учета в свою очередь закладываются на расстоянии 25 м от центра ППН по направлению сторон света. Оцениваются живые деревья 1 яруса 1-3 классов Крафта. Центр ТУ обозначают колышком высотой 0,5 — 0,7 м, от которого измеряют точное расстояние до 1 и 6 учетных деревьев.

Учетные деревья маркируются белой масляной краской с двух сторон на высоте 1,5 м. В числителе указан номер учетного дерева (1-6), в знаменателе — номер ТУ. На тонких деревьях для маркировки используются бирки, либо номера обозначаются полосами. На каждой ТУ среди модельных деревьев выбирают одно среднее.

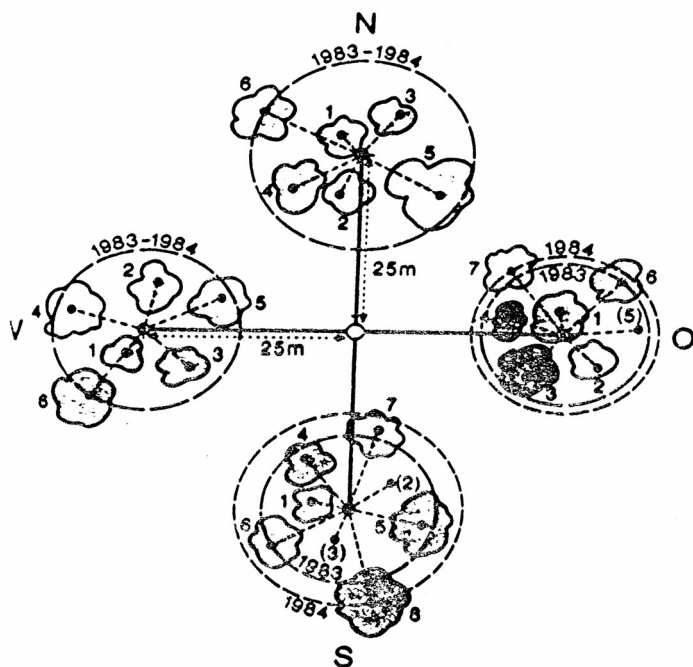


Рис. 2. Схема пункта постоянных наблюдений (ППН) регулярной сети экологического мониторинга лесов Ленинградской области

Показатели учетных деревьев заносились в учетную карточку, где все данные объединены в 10 макетов:

1. Географические координаты ППН.
2. Республика, область, район, землевладелец, лесхоз, лесничество, квартал, выдел, площадь выдела, группа лесов, категория защитности.
3. Природная зона, высота над уровнем моря, топография, рельеф, экспозиция, положение на склоне.
4. Тип почвы, ее механический состав, мощность, дренаж, глубина подстилающей породы.
5. Тип условий местопроизрастания, тип леса.
6. Состав древостоя, средняя высота, происхождение, ярусность, возраст, полнота, бонитет, запас, форма хозяйства, хозяйственные мероприятия за последние 5 лет.
7. Состояние второго яруса, наличие сухостоя, возобновление, состояние напочвенного покрова.
8. Дата закладки и данные об исполнителях.

9. Данные о средних по ТУ деревьях: номер, расстояние до центра ТУ, расстояние до первого и шестого дерева, возраст, диаметр кроны, высота, высоты до первых живых и сухих ветвей, соотношение прироста в высоту и прироста боковых ветвей, наличие мхов и лишайников, тип и угол ветвления (для ели).

10. Данные о модельных деревьях: порода, диаметр, класс Крафта, состояние вершины, наличие сухих ветвей, степень плодоношения, возраст хвои, дефолиация и дехромация кроны, доля повреждения насекомыми, болезнями и иными причинами.

Примерно на 20% ППН производился отбор образцов для почвенных анализов (в наиболее репрезентативных насаждениях). Для взятых образцов определялись: механический состав, гигроскопическая влажность, кислотность, органический углерод, общий азот, фосфор, калий, кальций, магний, количество гумуса.

Определение состояния обследуемых насаждений основано на использовании метода биоиндикации, при котором учитывают морфологические изменения деревьев. Важнейшими биоиндикационными признаками повреждения деревьев при мониторинге лесов являются дефолиация (потеря хвои и листьев) и дехромация (изменение окраски) крон деревьев. На основе этих показателей формируют интегральные классы повреждения деревьев. Выделяют пять таких классов жизненного состояния, каждому из которых присваивается свой балл (0 — здоровое дерево, 1 — ослабленное, 2 — сильно ослабленное, 3 отмирающее, 4 — сухостой). Согласно вышеуказанной методике европейского мониторинга лесов, интегральным классам повреждения деревьев соответствуют следующие величины дефолиации и дехромации крон деревьев:

Интегральные классы повреждения деревьев

Степень дефолиации, %	Степень изменения окраски хвои или листьев, %			
	<10	11–25	26–60	>60
<10	0	0	1	2
11–25	0	1	2	2
26–60	1	2	3	3
61–99	3	3	3	3
100	4	4	4	4

Для оценки жизненного состояния древостоев применяется индекс состояния (I, баллы), представляющий собой средний взвешенный класс повреждения составляющих древостой деревьев:

$$I = \left(\sum_{i=0}^4 i w_i \right) / W,$$

где i — номера классов повреждения деревьев, баллы; w_i — количество деревьев i -го класса повреждения в данном насаждении; W — общая численность деревьев.

Важным методическим вопросом при оценке жизненного состояния древостоев является отношение к включению в расчет индекса старого сухостоя, который сильно влияет на его величину и соответственно на окончательные выводы. Особенно это актуально для северных лесов, где стволы отмерших деревьев могут стоять несколько десятилетий, практически не влияя на жизненное состояние древостоя. Учет такого сухостоя сильно и недостаточно обоснованно ухудшает оценку жизненного состояния древостоев и поэтому рекомендуется включать в расчет индексов состояния сухостой с давностью его образования не более 10 лет.

По величине индекса состояния древостои классифицируются следующим образом:

Классификация древостоев по величине индексов состояния

Категория состояния древостоя	Величина индексов по категориям состояния	
	По отечественной методике	По европейской методике
Здоровые	1–1,5	0–0,5
Ослабленные	1,6–2,5	0,6–1,5
Сильно ослабленные	2,6–3,5	1,6–2,5
Отмирающие	3,6–4,5	2,6–3,5
Сухостой	>4,6	>3,6

Основные результаты мониторинга состояния лесов Ленинградской области

Территория Ленинградской области традиционно делится на три части, внутренними границами которых являются реки Невы и Волхов: Карельский перешеек (южная граница — река Нева), Западная часть и Восточная часть, разделяемые рекой Волхов. Состояние лесов в Ленинградской области в целом и по отдельным ее регионам характеризуется распределением модельных деревьев по классам состояния — экологической структурой лесов, которая приведена в табл. 1. В табл. 1 также представлены индексы состояния хвойных древостоев по области в целом, и по регионам в отдельности.

Данные таблицы показывают, что число модельных деревьев за анализируемый период времени сократилось с 5160 штук, расположенных на 215 ППН, до 5112 — на 213 ППН. Таким образом, 2 ППН были утрачены в результате их вырубki в нарушение их защитного статуса, как видно из таблицы одна на Карельском перешейке и одна в Западном регионе

области. Индекс состояния древостоев хвойных пород незначительно сократился по области в целом, за счет улучшения состояния лесов на Карельском перешейке, в то время как в Западном и Восточном регионах произошло их ухудшение.

Таблица 1

Распределение модельных деревьев хвойных пород Ленинградской области в целом и регионов по классам состояния в 1995–1996 и 2001–2003 гг.

Регион	Годы учета	Класс состояния (число деревьев/доля)					Всего
		0	1	2	3	4	
Ленинградская область	1995-96	2348	2083	661	68	0	5160
		0,455	0,404	0,128	0,013	0,000	1,000
	2001-03	3093	1452	490	69	8	5112
		0,605	0,284	0,096	0,013	0,002	1,000
Карельский перешеек	1995-96	575	1021	531	57	0	2184
		0,263	0,467	0,243	0,026	0,000	1,000
	2001-03	1579	463	91	25	2	2160
		0,731	0,214	0,042	0,012	0,001	1,000
Западный	1995-96	1149	996	124	9	2	2280
		0,504	0,437	0,054	0,004	0,001	1,000
	2001-03	1266	676	274	35	5	2256
		0,561	0,300	0,121	0,016	0,002	1,000
Восточный	1995-96	621	66	6	2	1	696
		0,892	0,095	0,009	0,003	0,001	1,000
	2001-03	248	313	125	9	1	696
		0,356	0,450	0,180	0,013	0,001	1,000

Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области по отдельным ППН в 1995-96 и 2001–2003 годах представлено на рис. 3 и 4

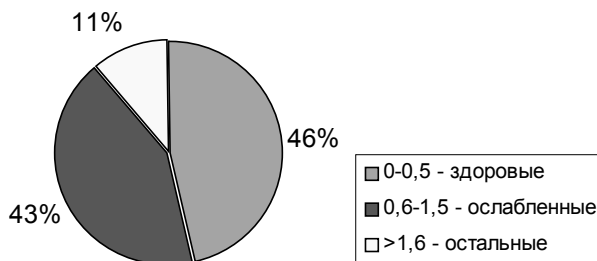


Рис. 3. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в 1995-96 г. г. (% ППН)

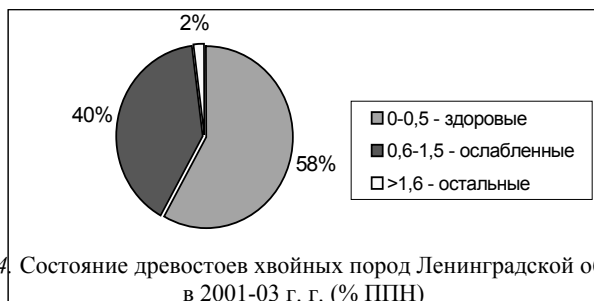


Рис. 4. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в 2001-03 г. г. (% ППН)

Рис. 3 и 4 показывают, что за анализируемый промежуток времени произошло увеличение числа ППН с здоровыми древостоями на 12% и сократилось с ослабленными на 3%, и более сильно поврежденными на 9%, что находится в соответствии с полученными выше результатами анализа распределения всех модельных деревьев по классам состояния.

Изменения состояния древостоев происходят конкретно на каждом ППН, поэтому в целом динамика состояния хвойных лесов по области и по регионам может быть оценена по процентам ППН, на которых произошли изменения в лучшую или худшую сторону. Эти результаты представлены на рис. 5, 6, 7 и 8.

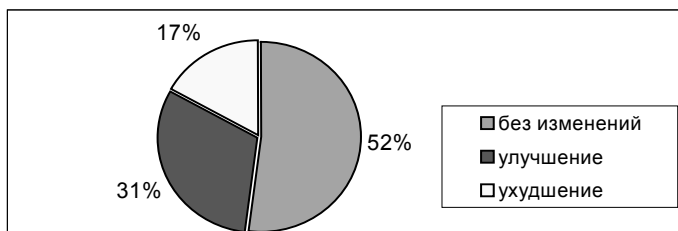


Рис. 5. Изменение состояния древостоев хвойных пород Ленинградской области в целом за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)



Рис. 6. Изменение состояния древостоев хвойных пород Карельского перешейка Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)

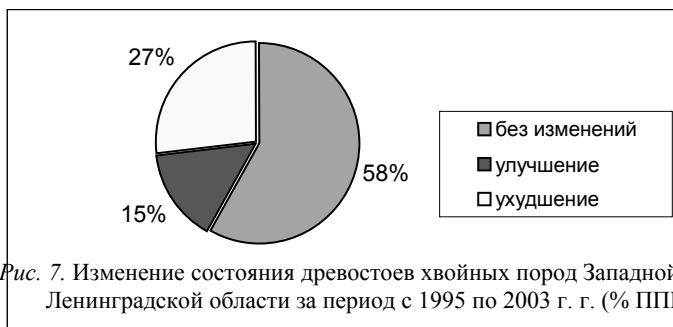


Рис. 7. Изменение состояния древостоев хвойных пород Западной части Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)



Рис. 8. Изменение состояния древостоев хвойных пород Восточной части Ленинградской области за период с 1995 по 2003 г. г. (% ППН)

Рис. 5-8 показывают, что по Ленинградской области в целом на 52% ППН не произошло изменений состояния древостоев хвойных пород, на 31% ППН произошло улучшение состояния и на 17% — ухудшение. На Карельском перешейке произошло улучшение состояния древостоев на 58% ППН при ухудшении на 10% и отсутствии изменений на 32% ППН. В западной и восточной частях области доли ППН с ухудшением состояния древостоев превосходят, таковые с улучшением. Интересно отметить, что в Восточной части области ухудшение состояния древостоев произошло на всего 3% ППН, однако, как следует из табл. 1., ухудшение в целом по региону было существенным, что позволяет предположить наличие относительно компактного повреждения насаждений хвойных пород, что, однако требует дополнительного анализа и изучения.

Изучалось состояние древостоев хвойных пород в зоне пятна радиоактивного загрязнения, которое образовалось на территории Ленинградской области в 1986 году. Результаты сравнения состояния древостоев в зоне загрязнения и за ее пределами, представлены на рис. 9. Видно, что в зоне загрязнения состояние древостоев существенно хуже, различия в состоянии статистически достоверны.

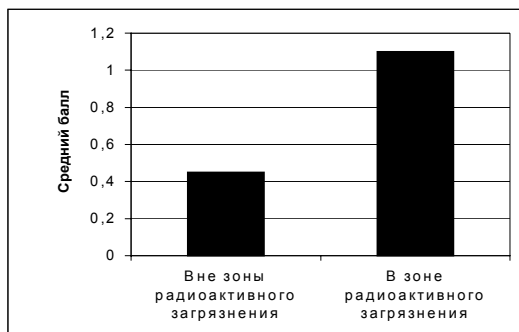


Рис. 9. Состояние древостоев хвойных пород в зоне пятна радиоактивного загрязнения

В целях изучения зависимости состояния древостоев хвойных пород от интенсивности антропогенного воздействия был проведен количественный анализ связи индекса состояния древостоев и места их расположения относительно населенных пунктов. Полученные данные обрабатывались с помощью метода регрессионного анализа, результаты которого представлены на рис.10.

Установлена достоверная зависимость состояния древостоев хвойных пород от расстояния до ближайшего населенного пункта, подавляющая часть ослабленных и поврежденных древостоев расположена на расстояниях 10 и менее километров от них. Закономерность оказалась одной и той же для данных 1996-96 и 2001-03 годов. В последний учетный период состояние древостоев немного улучшилось, но также закономерно оно ухудшается по мере приближения к населенным пунктам, как основным источникам антропогенного воздействия.

На основе полученных данных возможно сравнение состояния лесов Ленинградской области с состоянием их в других странах — участницах программы ICP-Forests. Наибольший интерес вызывает сравнение состояния наших лесов и лесов соседней Финляндии. По отчетным данным [8] доли модельных деревьев по классам состояния в Финляндии в 2002 году были следующими: здоровые (балл 0) — 0,543, ослабленные (1) — 0,338, сильно ослабленные (2) — 0,110, отмирающие и сухостой (3+4) — 0,009. Индекс состояния — 0,585. Данные по Ленинградской области приведены в табл.1, индекс состояния — 0,522. Таким образом, состояние хвойных лесов на соседних территориях приблизительно совпадает, оно немного лучше в Ленинградской области, что легко может быть объяснено меньшей концентрацией промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Близкие значения характеристик состояния лесов в Финляндии и

Ленинградской области косвенно подтверждают высокое качество проведенных у нас работ по мониторингу лесов.

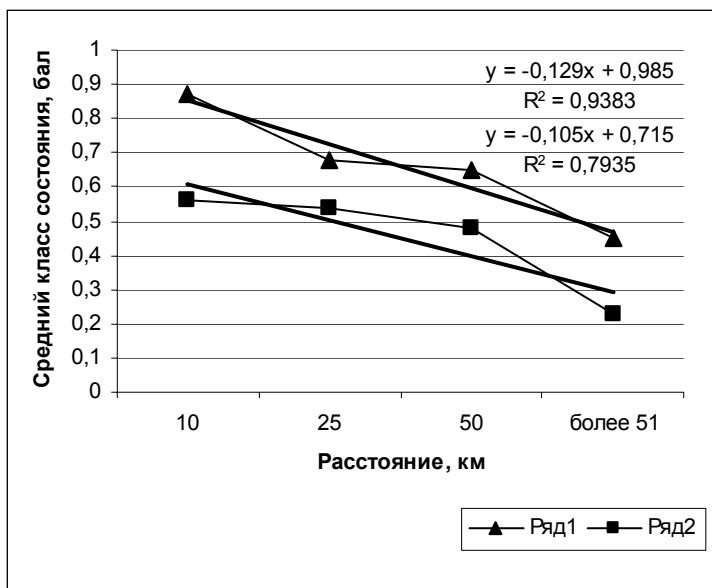


Рис. 10. Состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области в зависимости от расположения относительно населенных пунктов.
Ряд 1 — данные мониторинга 1995-96 г. г., ряд 2 — данные мониторинга 2001-2003 г. г.

Рамки статьи не позволяют привести все результаты анализа полученных данных, например, состояние древостоев и его изменения по породам, данные по дефолиации и дехромации крон деревьев, результаты картирования повреждений древостоев и т. д., однако и приведенные выше материалы достаточно характеризуют состояние древостоев хвойных пород Ленинградской области и его динамику во времени.

Заключение

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Мониторинг состояния лесов с помощью регулярных биоиндикационных сетей ППН является эффективным методом решения поставленных задач. Метод является достаточно чувствительным, так за период наблюдений с 1995 по 2003 годы изменения состояния древостоев в ту или иную сторону произошли на 48% ППН.

2. Результаты мониторинга дают информацию для оценки степени устойчивого управления лесами по критерию № 2 — поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов из списка, утвержденного приказом Рослесхоза в 1998 году. Получить информацию о состоянии лесов на территории сопоставимой с территорией субъекта Российской Федерации из других источников не представляется возможным.

3. Заложенная сеть ППН представляет собой важную научно-техническую инфраструктуру, позволяющую решать наряду с задачами мониторинга состояния лесов и другие проблемы, например, учет и инвентаризацию биоразнообразия [9]. В будущем она может послужить каркасом для применения выборочных методов статистической инвентаризации лесов области, а так же решения иных задач. Государственная инвентаризация лесов на основе выборочных статистических методов предусмотрена новым лесным кодексом и уже заложенная сеть ППН может снизить первоначальные затраты на ее проведение в Ленинградской области.

4. Полученные в результате проведенных работ данные являются сопоставимыми с данными других стран, что позволяет делать необходимые сравнения и заключения.

Список литературы

- Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Синкевич А.Е.* Экологический мониторинг лесов Ленинградской области: итоги и перспективы // Лесное хозяйство. 2007. № 2. С. 35-37.
- Europe's Forests in a Changing Environment. Twenty years of Monitoring Forest Condition by ICP-Forests. UNECE, Geneva. 2005. 64 p.
- Вайчис М.В.* Программа-методика проведения работ по региональному мониторингу лесов Европейской части СССР. Каунас-Гирионис, 1989. 56 с.
- Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forests (методика ЕЭК ООН), Москва, 1995. 42 с.
- Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами. Приказ № 21 от 5 февраля 1998 года Федеральной службы лесного хозяйства РФ.
- Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling assessment monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg/Prague: Programme Coordinating Centers/ UNECE. 1998. 177 p.
- Алексеев А.С.* Мониторинг лесных экосистем. 2-изд. СПб., 2003. 116 с.
- Forest condition in Europe. Report on the 2003 survey. UN/ECE, EC, Geneva, Brussels. 1994. 174 p.
- Алексеев А.С., Григорьева С.О., Егорова Г.Л., Трейфельд Р.Ф.* Оценка растительного разнообразия лесных экосистем. СПб., 2002. 72 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОТЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

М.А. Бондарцева, В.М. Коткова

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2
bondartseva@mail.ru, vera.kotkova@mail.ru*

Северо-Запад России исторически стал колыбелью не только формирования современной российской государственности, но и центром зарождения и развития многих научных дисциплин. В 1712 г. указом Петра I Санкт-Петербург был провозглашен столицей Российской империи, а уже в 1714 там был заложен Аптекарский огород с целью выращивания «полезных, курьезных и чуждых плант». «Огород» в 1832 г. был реорганизован в Императорский Санкт-Петербургский Ботанический сад, в 1917 г. переименованный в Главный Ботанический сад СССР. При Императорском ботаническом саде в 1905 г. А.А. Ячевским была основана Центральная фитопатологическая станция, позднее преобразованная в Отдел фитопатологии, существовавший до 1930 г., до слияния с Отделом споровых растений. В настоящее время Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН — ведущее научное учреждение страны в области ботанических наук, а лаборатории систематики и географии грибов и биохимии грибов являются преемниками традиций, научных направлений и разработок миколого-фитопатологических исследований, проводившихся в институте. Параллельно в Санкт-Петербурге, как столичном городе, были основаны ведущие научные учреждения России. В 1724 г. указом Петра I были учреждены Академия Наук и «гимназия», давшая начало СПб госуниверситету, а в 1803 г. начался процесс формирования крупнейшего научно-учебного центра, известного в настоящее время как Санкт-Петербургская лесотехническая академия. В этих учреждениях, а позднее также и в основанном по инициативе Н.И. Вавилова (1929 г.) Институте защиты растений (ВИЗР), закладывались основы отечественной микологии, лесной и сельскохозяйственной фитопатологии. Не удивительно, что микологическое обследование всей России, в том числе и ее Северо-Запада, началось с Санкт-Петербургской губернии (ныне Ленинградская область).

Первые сведения о микобиоте Ленинградской области относятся к 1750 г., когда выдающийся русский ботаник С.П. Крашенинников составил список из 439 видов грибов из окрестностей Санкт-Петербурга. К сожалению, эта работа была утрачена (Ячевский, 1933). Позднее, в 1799 г.

Соболевский опубликовал «Петербургскую флору» на латинском языке. В 1801-1802 гг. этот труд был переиздан на русском языке под названием «Санкт-Петербургская флора или описание находящихся в Санкт-Петербургской губернии природных растений...». Во втором томе (Соболевский, 1802) имеется раздел о низших растениях. Среди упомянутых там грибов 26 видов относятся к группе афиллофороидных. Помимо кратких сведений о полезном или вредном значении включенных в сводку грибов для каждого вида указано русское и латинское название, но отсутствие имен авторов порой затрудняет идентификацию отдельных видов в рамках современных систем.

Первая полная сводка биоты афиллофороидных грибов России составлена Вейнманом в 1836 г. (Weinmann, 1836). В книге «Hymeno- et Gasteromycetes hucusque in Imperio Rossico Observatos» суммируются все имеющиеся сведения о биоте высших базидиальных грибов страны, причем основную часть материала составляют собственные сборы Вейнмана из окрестностей Санкт-Петербурга. Таким образом, книгу можно рассматривать как первое обобщение биоты афиллофороидных базидиомитов Санкт-Петербургской губернии. В последующие годы сведения о базидиальных грибах области носят разрозненный характер и касаются, главным образом, напочвенных съедобных и ядовитых видов, как например, в популярной иллюстрированной книжке «Собиратель грибов» (Кайгородов, 1891). Кроме агарикоидных в ней описаны 6 видов афиллофороидных грибов: *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Sarcodon imbricatus*, *Hericium coralloides*, *Clavulina cristata*, *Ramaria flava*.

Следующая после работы Вейнмана полная сводка о грибах средней России, в том числе и Ленинградской области, появилась только в 1908-1909 гг. Это был «Иллюстрированный определитель грибов средней России», составленный Е.П. Шереметевой (Шереметева, 1908) на основе работы Геннинга (P. Hennings) для известного издания Энглера и Прантля (Engler und Prantl). Е.П. Шереметева перевела на русский язык работу Геннинга, дополнив ее указаниями о местонахождениях грибов в России и выбросив из текста заведомо отсутствующие виды. «Определитель» вышел под редакцией известного русского миколога Ф.В. Бухгольца, который, несомненно, много способствовал улучшению этой работы. Общее количество афиллофороидных грибов для Санкт-Петербургской губернии составляет уже 161 вид.

В начале текущего столетия биотой грибов Санкт-Петербургской губернии занимался Н.А. Наумов. В работах 1913-1916 гг. (Наумов, 1913, 1914, 1915, 1916) среди других грибов указано 38 видов из группы афиллофороидных, причем некоторые из них явились новыми для области. Во 2-м издании «Определителя грибов» А.А. Ячевского (1913) содержится

много сведений об афиллофороидных грибах области, хотя точные данные о районах местонахождения отсутствуют.

На протяжении многих лет сбором, определением и оценкой таксономического статуса афиллофороидных, преимущественно трутовых, грибов занимался А.С. Бондарцев. Его исследования увенчались публикацией капитального труда «Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа» (Бондарцев, 1953). В этой книге для Ленинградской области указывается 105 видов трутовиков (афиллофороидных грибов с трубчатым гименофором). В книге Т.Л. Николаевой «Ежовиковые грибы» (1961) к сем. *Hydnaceae* отнесены грибы с кортициоидными, клавариоидными, гидноидными, телефороидными базидиомами различного происхождения. Из включенных в книгу 112 видов для Ленинградской области отмечено 52. В более старой работе того же автора (Николаева, 1933), обобщающей данные о грибах рода *Merulius s. lato* в СССР, для Ленинградской области указано 11 видов. Кроме таксономических работ сведения о деревообитающих базидиальных грибах разбросаны в многочисленных публикациях по болезням древесно-кустарниковых пород и по домовым грибам (работы А.С. Бондарцева, С.И. Ванина, Т.Л. Николаевой и др.). Всего по Ленинградской области и г. Ленинграду к 1960 г. было известно около 200 видов афиллофороидных грибов.

В период 1960–1963 гг. изучением афиллофороидных грибов Ленинградской области занималась М.А. Бондарцева (1963). В течение 1960—1963 гг. были обследованы ключевые районы области, отмечены закономерности распространения афиллофороидных грибов по субстратам и экосистемам. Всего, включая собственные и литературные данные, для области было выявлено 305 видов афиллофороидных грибов. Этот список не был опубликован и сохранился только в рукописи диссертации. Позднее территорию города Санкт-Петербурга и Ленинградской области обследовал И.В. Змитрович (1997, 1998, 1999, 2000), обработавший для области кортициоидные и гетеробазидиальные макромиксы. Опубликованный им список (Змитрович, 1999) включает 239 видов из этих групп, в том числе 102 вида, ранее не отмеченные для области. В 1999 г. была опубликована сводная работа по афиллофороидным грибам Ленинградской области (Бондарцева и др., 1999), в основу которой были положены материалы диссертации М.А. Бондарцевой и опубликованного списка И.В. Змитровича (1999), с изменениями и дополнениями, полученными в процессе дальнейших исследований авторов сводки. По данным на 1999 г. для области был зарегистрирован 501 вид афиллофороидных грибов (вместе с данными по порядкам *Tremellales* и *Tulasnellales* 521 вид). В последние годы ряд публикаций по отдельным, преимущественно охраняемым, территориям области представлен В.М. Котковой (2003, 2005,

2007), Котковой и др.(2005, 2006), И.В. Змитровичем (Zmitrovich, 2003) и др. К настоящему моменту для г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области известно уже 594 вида афиллофороидных грибов.

Изучение микобиоты Республики Карелия началось несколько позднее и на первых этапах было связано с исследованиями шведских и финских ученых. Первые заметки о грибах этого региона были опубликованы Р. Нюладером (Nylander, 1859), который в дальнейшем полностью посвятил себя изучению лишайников. Большой вклад в изучение микофлоры этого региона внес П.А. Карстен (P.A. Karsten). С 1859 года он приступил к активному изучению грибов на территории Финляндии, в том числе и в районах, в настоящее время входящих в состав Республики Карелия. В 1871-1879 гг. была издана сводка Карстена по грибам Финляндии в 4-х частях, третий том которой посвящен базидиальным грибам (Karsten, 1876). Параллельно он начал публиковать серию заметок, представляющих собой дополнения и примечания к опубликованным сводкам. В дальнейшем результаты его многолетних исследований были обобщены в определителе (Karsten, 1889) и полной сводке по базидиальным грибам Финляндии (Karsten, 1899). Специальное исследование микобиоты Республики Карелия впервые было осуществлено участниками Олонецкой научной экспедиции 1920—1924 гг. под руководством Г.Ю. Верещагина, снаряженной Государственным гидрологическим институтом совместно с Главным Ботаническим садом (ныне Ботанический институт РАН) и другими научными учреждениями (Верещагин и др., 1921). В составе экспедиции работал В.П. Савич, которым была собрана коллекция из 2000 образцов грибов из разных систематических групп, относящихся к 200 видам. Л.А. Лебедева, также принимавшая участие экспедиции, на основании своих сборов опубликовала список грибов и миксомицетов, который включал 46 видов афиллофоровых грибов, 37 из которых найдены на территории, ныне относящейся к Карелии (Лебедева, 1933). Определения трутовых грибов были сделаны Л.А. Лебедевой совместно с С.И. Ваниным. Особо следует отметить работу М.В. Фрейндлинг (1949), в которой она приводит список грибов, составленный на основании сборов 1934-1936 и 1946-1947 годов, проведенных ею в заповеднике «Кивач». Список включает 344 вида грибов, в том числе 60 видов афиллофоровых. К сожалению, большая часть находок, указанных в этих работах, не подтверждена гербарными образцами. Кроме того, в 1930-е годы также проводилось изучение афиллофоровых грибов на той части современной территории республики, которая в то время относилась к финской провинции Куусамо. На основании собственных сборов финский миколог М. Лаурила (Laurila, 1939) составил аннотированный список базидиомицетов. В указанной работе имеются сведения о нахождении в Карелии 16

видов грибов, преимущественно кортициоидных. Позднее, по сборам Лаурилы и некоторых других финских микологов был опубликован список грибов провинции Kuusamo (Ulvinen et al., 1978, 1981), но точные местонахождения видов в нем не приводятся.

В списке грибов, опубликованном в работе В.И. Шубина и В.И. Крутова «Грибы Карелии и Мурманской области» (1979) для территории Карелии указано 118 видов афиллофоровых грибов. В этой работе была предпринята попытка объединить все имеющиеся и вновь полученные данные по микро- и макромицетам этого региона.

С начала 90-х годов прошлого века работа по изучению афиллофоровых грибов на территории Республики Карелия выполнялась в сотрудничестве специалистами Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и Института леса КарНЦ РАН, с эпизодическим участием финских специалистов. В серии публикаций были представлены данные об афиллофороидных грибах охраняемых или подверженных антропогенному риску территориях Карелии (Бондарцева, Свищ, 1993; Бондарцева и др., 1996; Крутов и др., 1998; Лосицкая и др., 1999 и др.). В кандидатской диссертации «Афиллофоровые грибы Республики Карелия» В.М. Лосицкой (Котковой) были подведены итоги изучения афиллофороидных грибов Карелии. Всего для республики было указано 382 вида, из них 145 видов отмечены впервые для территории (Лосицкая, 1999). В XXI веке исследования интенсивно продолжаются, как на охраняемых территориях республики, так и в приграничной с Финляндией зоне (Бондарцева и др., 2000; Бондарцева и др., 2001а; Бондарцева и др., 2001б; Лосицкая и др., 2001; Bondartseva, Kotkova, 2003; Коткова (Лосицкая) и др., 2003; Коткова и др., 2006; Крутов и др., 2005, 2006; Коткова, Бондарцева, 2006 и др.) Традиционную заинтересованность в изучении афиллофоровых грибов Карелии проявляют также и финские специалисты (Lindgren, см. совместные публикации; Niemela et al., 2001). К настоящему моменту для Карелии известно 478 видов афиллофороидных грибов и, наряду с Ленинградской областью, территория этого региона является одной из наиболее изученных в России.

Территория Республики Коми долгое время оставалась «белым пятном» на микологической карте России. В рукописи Г.А. Голято (1951) упоминается сообщение акад. И. Лепехина о нахождении и заготовке листовенничной губки с территории Коми. В той же работе упоминаются 25 самых обычных видов трутовых грибов (цит. по: Косолапов, 2004). Первое исследование афиллофороидных грибов на территории республики было осуществлено Э.Х. Пармасто (1963), в которой приводится список из 110 видов афиллофороидных макромицетов. в дальнейшем наибольший вклад в изучение афиллофороидных грибов Республики Коми

внес Я. Херманссон, собравший и определивший с территории Печеро-Илычского заповедника 185 видов афиллофороидных макромицетов, в том числе 120 видов трутовиков (Херманссон, 1997; Hermansson, 1997). Позднее на территории того же заповедника работали Н.В. Ушакова (2000), изучавшая трутовые грибы, и А.Г. Ширяев (2000), объектом работы которого были рогатиковые грибы (*Clavariaceae s. lato*). Всего к началу XXI века с территории республики было известно 240 видов афиллофороидных грибов. Специальное исследование биоты афиллофороидных грибов Республики Коми провел Д.А. Косолапов (2004). Результатом его работ явилось значительное пополнение списка видов и выявление закономерностей их распространения. Всего им приведен 381 вид, из которых 125 видов являются новыми для территории Республики Коми, а три вида (*Asterostroma laxum* Bres., *Phlebia griseoflavescens* (Litsch.) J. Erikss. et Hjortstam и *Phlebia longicystidia* (Litsch.) Hjortstam et Ryvarden) — новыми для России.

Состояние изученности афиллофороидных грибов в других регионах Северо-Запада России значительно слабее. Разрозненные упоминания об отдельных видах в журнальных публикациях и случайные гербарные образцы послужили основанием для включения этих данных в уже упоминавшиеся обобщающие сводки (Бондарцев, 1953; Николаева, 1961). Данные о клавариоидных грибах СССР с указанием распространения по регионам (в том числе по областям Северо-Запада России) были обобщены в «Определителе рогатиковых грибов СССР» Э.Х. Пармasto (1965), лахнокладиевые грибы были обработаны тем же автором в масштабе СССР (Пармasto, 1970). Обзор стереумовых грибов СССР был дан Т.А. Давыдкиной (Давыдкина, 1980). С 1986 г. из печати начали выходить тома «Определителя грибов СССР / России». Афиллофороидным грибам посвящены первые два выпуска (Бондарцева, Пармasto, 1986; Бондарцева, 1998). Сведения о грибах Северо-Запада России можно найти и в некоторых обзорных статьях (Пармasto, 1967). Интенсификация исследований началась в 90-х годах прошлого века.

Изучение афиллофороидных грибов Псковской области началось в конце XX века (Лосицкая, 1999; Попов, 2001; Коткова, 2004, 2006; и др.). В единственной известной старой работе А.И. Лобика (1914) говорится о нахождении 9 видов, найденных в окр. с. Бахово, но определить современное местоположение данной точки не удалось. К настоящему времени для области зафиксировано 273 вида афиллофороидных грибов. Исследования этой группы в Новгородской области только начались, имеются первые сведения о нахождении 89 видов (Лосицкая, 2002). Биота афиллофороидных грибов Архангельской области также слабо изучена. Помимо данных в общероссийских сводках имеется список из 139 видов из Кожозерского

национального парка (Руоколайнен, Коткова, 2004) а также некоторые сведения в публикациях У. Кьяльлг (Koljalg, 1996) и финских микологов (Niemela et al., 2001), где приводятся сведения о нахождении 64 видов на Онежском полуострове). Исследования грибов Мурманской области носили случайный характер и ограничивались, как правило, распространенными видами (Ванин, 1927). Основные данные были суммированы в работе В.И. Шубина и В.И. Крутова (1979), а также в общероссийских сводках. С учетом некоторых неопубликованных данных сведения о биоте афиллофороидных грибов этой области ограничиваются 143 видами.

Таблица

**Таксономическая структура видового состава афиллофороидных грибов
Северо-Запада России**

ПОРЯДКИ (число видов)	СЕМЕЙСТВА (число родов/видов)
AGARICALES (45)	Clavariaceae (4/19), Fistulinaceae (1/1), Pterulaceae (1/2), Schizophyllaceae 4/4), Typhulaceae (2/19)
BOLETALES (13)	Coniophoraceae (4/13)
CANTHARELLALES (24)	Botryobasidiaceae (2/10), Cantharellaceae (3/6), Clavulinaceae (2/6), Hydnaceae (1/2)
CERATOBASIDIALES (3)	Ceratobasidiaceae (2/3)
DACRYMYCETALES (1)	Cerinomycetaceae (1/1)
HYMENOGASTRALES (74)	Hymenochaetaceae (8/42), Schizoporaceae (2/32)
PHALLALES (31)	Gomphaceae (4/13), Ramariaceae (3/18)
POLYPORALES (389)	Albatrellaceae (3), Atheliaceae (15/36), Boreostereaceae (2/2), Corticiaceae (5/10), Cyphellaceae (4/6), Cystostereaceae (2/2), Fomitopsidaceae (6/12), Ganodermataceae (1/2), Gloeophyllaceae (1/5), Hapalopilaceae (9/24), Hyphodermataceae (8/31), Meripilaceae (6/27), Meruliaceae (12/41), Phanerochaetaceae (6/23), Podoscyphaceae (2/2), Polyporaceae (20/87), Sistotremales (7/30), Sparassidaceae (1/1), Steccherinaceae (7/25), Tubulicrinaceae (1/11), Xenasmataceae (3/9)
RUSSULALES (65)	Auriscalpiaceae (2/3), Bondarzewiaceae (3/4), Echinodontiaceae (1/1), Hericiaceae (5), Lachnocladiaceae (4/12), Peniophoraceae (1/15), Stereaceae (12/25)
THELEPHORALES (54)	Bankeraceae (5/19), Thelephoraceae (4/35)
TREMELLALES (2)	Exidiaceae (2/2)
Всего 11 порядков, 47 семейств, 200 родов, 701 вид	

Всего в регионах Северо-Запада России зарегистрирован 701 вид афиллофороидных грибов из 11 порядков, 47 семейств и 200 родов по системе, опубликованной в 9-ом издании словаря Ainsworth and Bisby (2001). Таксономическая структура видового состава афиллофороидных грибов на Северо-Западе России представлена в таблице.

Работа поддержана грантами РФФИ 06-04-49524, 07-04-11408 и программой «Биоразнообразие».

Литература

- Бондарцев А.С.* Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М.: Л. Наука. 1953. 1106 с., CLXXXVIII таб.
- Бондарцева М.А.* Обзор порядка Aphyllophorales Ленинградской области. Дисс... канд. наук. Ленинград. 1963. 447 с., 50 рис.
- Бондарцева М.А.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. СПб.: Наука. 1998. 392 с.
- Бондарцева М.А., Змитрович И.В., Лосицкая В.М.* Афиллофороидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области // Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные животные. Рыбы и рыбообразные: Труды СПб о-ва естествоиспытателей. Сер. 6, т. 2. Ч. 1. СПб., 1999. С. 141—173.
- (Бондарцева, М.А., Коткова В.М.) Bondartseva M.A., Kotkova V.M.* Aphyllophoroid fungi from Tolvojärvi area (Karelian Republic) // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, № 4, с. 1-17.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М., Кивиниеми С.Н.* Комплексы деструктурирующих грибов хвойных древостоев заповедника «Кивач» (Русская Карелия) и биосферного заповедника «Северная Карелия» (юго-восточная Финляндия) // Проблемы антропогенной трансформации лесных биогеоценозов Карелии. Петрозаводск, 1996. С. 121—135.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М.* Афиллофороидные грибы особо охраняемых природных территорий Республики Карелия // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 42—75.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М., Яковлев Е.Б., Скороходова С.Б.* Грибы заповедника «Кивач» (аннотированный список видов) / Под редакцией М.А. Бондарцевой. М.: ИПП «Гриф и К», 2001. 90 с.
- Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М.* Афиллофоровые грибы сосновых древостоев промышленной зоны города Костомукши // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск, 2001. С. 224—232.
- Бондарцева М.А., Пармasto Э.Х.* Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Вып. 1. Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые. 1986. Л.: Наука. 192 с.
- Бондарцева М.А., Свищ Л.Г.* Афиллофоровые грибы пробных площадей заповедника «Кивач» // Новости систематики низших растений. 1993. Т. 29. С. 37—42.
- Ванин С.И.* К микологической флоре Мурмана // Защита растений от вредителей. Л., 1927. Т. IV, № 4-5. С. 1—3.

- Вережагин Г.Ю., Давыдов К.Н., Дьяконов А.М., В.А. Петров, В.П. Савич, И.И. Соколов, В.М. Тимофеев, Е.Н. Савельева. Олонецкая научная экспедиция. Предварительный отчет о работах 1920 года. Петроград, 1921. 41 с.
- Давыдкина Т.А. Стереумовые грибы Советского Союза. Л.: Наука, 1980. 143 с.
- Змитрович И.В. Распространение афиллофоровых грибов по территории Санкт-Петербурга // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31, вып. 1. С. 19—27.
- Змитрович И.В. Кортиционидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области. Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. СПб.: БИН РАН, 1998. 445 с.
- Змитрович И.В. Кортиционидные и гетеробазидиальные макромицеты Ленинградской области // Новости сист. низш. раст. Т.33. СПб, Наука. 1999. С. 65—79.
- Змитрович И.В. Новые данные о телефоровых грибах Ленинградской области // СПб., 2000. С. 128—131.
- Кайгородов Д. Собиратель грибов. СПб., 1891.
- Косолапов Д.А. Афиллофороидные макромицеты подзоны средней тайги Республики Коми. Автореферат дисс. ... Канд. биол. наук. СПб., 2004. 23 с.
- Коткова В.М. Афиллофоровые грибы памятника природы «Река Рагуша» и его окрестностей (Ленинградская область) // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 4. С. 48—56.
- Коткова В.М. Новые данные об афиллофоровых грибах национального парка «Себежский» // Природа Псковского края. 2004. Вып. 16. С. 3—8.
- Коткова В.М. Первые сведения о микобиоте регионального комплексного заказника «Выборгский» (Ленинградская область) // Новости систематики низших раст. 2005. Т. 39. С. 134—139.
- Коткова В.М. Новые сведения об афиллофоровых грибах Национального парка «Себежский» (Псковская область) // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 6. С. 502—509.
- Коткова В.М. Афиллофороидные грибы // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага «Березовые острова» (Финский залив) / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов, Е.А. Глазкова. 2007 (в печати).
- Коткова В.М., Бондарцева М.А. К микобиоте Муезерского района Республики Карелия // Новости систематики низших растений. СПб.: Наука, 2006. С. 135—143.
- Коткова (Лосицкая) В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И. Афиллофороидные грибы // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск, 2003. С. 119—126.
- Коткова В.М., Крутов В.И., Руоколайнен А.В. Афиллофоровые грибы заповедника «Кивач» // Природа государственного заповедника «Кивач». Тр. КарНЦ РАН. Биogeография Карелия. Вып. 10. Петрозаводск, 2006 С. 40—51.
- Коткова В.М., Морозова О.В., Попов Е.С. Грибы (макромицеты) // Юнтоловский региональный комплексный заказник / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. СПб, 2005. С. 141—152.
- Коткова В.М., Морозова О.В., Попов Е.С. 6.1. Макромицеты // Дудергофские высоты — комплексный памятник природы / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. СПб, 2006. С. 94—104.

- Крутов В.И., Коткова В.М., Руоколайнен А.В.* Афиллофороидные грибы // Природные комплексы Вепсской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование. Петрозаводск, 2005. С. 134—141.
- Крутов В.И., В.М. Коткова, А.В. Руоколайнен, П.Г. Заводовский.* Предварительные результаты изучения биоты афиллофороидных грибов национального парка «Водлозерский» // Водлозерские чтения: Естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера. Петрозаводск, 2006. С. 118—124.
- Крутов В.И., Руоколайнен А.В., Бондарцева М.А., Лосицкая В.М., Линдгрен М.* Видовое разнообразие афиллофоровых грибов в лесных экосистемах охраняемых природных территорий Карелии // «Биоиндикация — 98». Материалы Международной молодежной научной школы 21—28 сентября 1998. Т. 2. Петрозаводск, 1998. С. 54—59.
- Лебедева Л.А.* Грибы и миксомицеты Советской Карелии // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1933. Сер. 2, вып. 1. С. 329-403.
- Лобик А.И.* Грибные паразиты, собранные в Холмском уезде Псковской губернии летом 1912-13 года // Болезни растений. 1914. Т. 8, № 2-3. С. 74-89.
- Лосицкая В.М.* Афиллофоровые грибы Республики Карелия. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. СПб., 1999. 22 с.
- Лосицкая В.М.* К флоре афиллофоровых грибов Псковской области // Новости сист. низш. раст. 1999. Т. 33. С. 90—96.
- Лосицкая В.М.* Новые данные об афиллофороидных грибах Новгородской области // Новости сист. низш. раст. 2002. Т. 36. С. 54—59.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И.* Афиллофоровые грибы как индикаторы состояния сосновых древостоев промышленной зоны города Костомукши // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33, вып. 5. С. 331—337.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А., Крутов В.И.* Видовое разнообразие афиллофоровых грибов на разных стадиях сукцессии естественных лесов заповедника «Кивач» // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск, 2001. С. 82—99.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. // Тр. по прикл. ботанике. 1913. Т. 6, № 2. С. 187—212.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. II. Список грибов Петроградской губернии // Там же. 1914. Т. 7, № 10. С. 728.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России. III. Список грибов Петроградской губернии // Там же. 1915. Т. 1, вып. 1. С. 51—60.
- Наумов Н.А.* Материалы для микологической флоры России IV, V. // Там же. 1916. Т. 2, вып. 1. С. 3—44.
- Николаева Т.Л.* Род *Merulius* в СССР // Сов. Ботаника. 1933. № 5. С. 96—111.
- Николаева Т.Л.* Ежевиковые грибы // Флора споровых растений СССР. VI. М.-Л., 1961. 433 с.
- Пармasto Э.Х.* К микологической флоре Коми АССР // Тр. по ботанике (уч. зап. Тартуского ун-та). 1963. Вып.136. С. 103—129.
- Пармasto Э.Х.* Определитель рогатиковых грибов СССР. М.-Л.: Наука, 1965. 165 с.

- Пармasto Э.Х. Трутовые грибы севера Советского Союза // Микология и фитопатология. 1967. Т. 1, вып. 4. С. 280-286.
- Пармasto Э. Лахнокладиевые грибы Советского Союза. (Parmasto E. The Lachnocladiaceae of the Soviet Union) Тарту: Инст. Зоол. и Бот. 1970. 168 с.
- Попов Е.С. Грибы (Fungi): макромикеты // Тр. С.-Петербургского общ-ва естествоиспытателей. Сер. 6, т. 4: Биоразнообразие и редкие виды Национального парка «Себежский». СПб., 2001.
- Руоколайнен А.В., Коткова В.М. Афиллофороидные грибы Кожозерского Природного парка (Архангельская область) // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 4. С. 34—44.
- Соболевский Г. Санкт-Петербургская флора. Ч. II. СПб., 1802. 402 с.
- Ушакова Н.В. Использование трутовых грибов как индикаторов качества окружающей среды // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала: Тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Сыктывкар, 2000. С. 186-188.
- Фрейндлинг М.В. Материалы к флоре шляпочных грибов заповедника “Кивач” Карело-Финской ССР // Изв. К.-Ф. фил. АН СССР, 1949. № 4. С. 84—97.
- Херманссон Я. Представители семейства Polyporaceae s. lat. и некоторых других родов порядка Aphyllophorales в Печоро-Илычском заповеднике // Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника. Екатеринбург, 1997. С. 326-365.
- Шереметева Е.П. Иллюстрированный определитель грибов средней России. Часть I: Нурочные, Thelephoraceae, Clavariaceae, Hydniaceae, Polyporaceae / Под ред. Ф.В. Бухгольца. Рига, 1908. 145 с.
- Ширяев А.Г. Рогатиковые грибы южной части Печоро-Илычского заповедника // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала: Тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Сыктывкар, 2000а. С. 204—207.
- Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 107 с.
- Ячевский А.А. Определитель грибов. Т. 1. Совершенные грибы. Изд. 2-е. СПб., 1913. С. I-XXII, 1-934.
- Ячевский А.А. Основы микологии. М.-Л., 1933. 1036 с.
- Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C., Stalpers J.A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of Fungi. 9th ed. N.Y. etc.: Oxford Univ. Press, 2001. 672 p.
- Hermansson J. Polyporaceae s. lat. and some other fungi in Pechoro-Ilych Zapovednik, Russia. Windahlia 22: Goteborg. 1997. — P. 67-79.
- Karsten P. A. Mycologia fennica. Terttia 3. Basidiomycetes. Helsingfors, 1876. 377 p.
- Karsten P. A. Kritisk oversigt af finlands Basidsvampar (Basidiomycetes; Gastero- and Hymenomycetes) // Helsingfors, 1889. 470 p.
- Karsten P. A. Finlands Basidsvampar i urval beskrifna // Helsingfors, 1899. 186 s + 9 tafl.
- Koljalg U. Tomentella (Basidiomycota) and related genera in Temperate Eurasia. Fungiflora, Oslo, 1996.

- Laurila M. Basidiomycetes novi rarioresque in Fennia collecti // Ann. Bot. Soc. Zool. Fenn. Vanamo. 1939. Vol. 10, N 4. P. 1—24.
- Niemela T., Kinnunen U., Lindgren M., Manninen O., Miettinen O., Penttilä R., Turinen O. Novelty and records of poroid Basidiomycetes in Finland and adjacent Russia // Karstenia. 2001. Vol 41. P. 1—21.
- Nylander W. Analyses mycologicae // Afr. Sallsk. F. Fl. Fenn. Not. Helsingfors, 1859. Vol. 1. P. 123—126.
- Ulvinen T., Ohenoja E., Ahti T., Alanko P. A preliminary check-list of the fungi (incl. lichens) of the Kuusamo biogeographical province, N.E. Finland // Kuusamo, 1978. 58 p.
- Ulvinen T., Ohenoja E., Ahti T., Alanko P. A check-list of the fungi (incl. lichens) of the Koillismaa (Kuusamo) Biological province, N.E. Finland // Oulu, 1981. 72 p.
- Weinmann J.A. Hymeno- et Gasteromycetes hucusque in Imperio Rossico observatos. Petropoli, 1836. 676 h., XXXVIII tab.
- Zmitrovich I.V. Tremelloid, apophylloporoid and pleurotoid Basidiomycetes of Veps Plateau (Northwest Russia) // Karstenia, 2003. Vol. 43, № 1. P. 13—36.

МАССОВОЕ УСЫХАНИЕ ЛЕСОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

А.В. Жигунов, Т.А. Семакова, Д.А. Шабунин

*ФГУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Россия, 194024 Санкт-Петербург, Институтский проспект 21, факс: 552-80-42,
SPBFRlin@nm10043.spb.edu*

Явления массового усыхания лесов в европейской части России известны с XIX столетия, наблюдались они периодически и обычно связывались с экстремальными погодными условиями. В конце прошлого столетия массовые усыхания лесов приняли перманентный характер, в некоторых областях Северо-Запада России в настоящий момент они приобрели масштаб экологической катастрофы.

В европейской части России наибольшую тревогу вызывает усыхание ельников. Так, наиболее привлекшим к себе внимание и, вероятно, наиболее обширным по площади в России является массовое усыхание лесов в Архангельской обл., наблюдаемое с 1997 года. Усыхание имеет интенсивную динамику развития: с начала 2004 г. к концу 2005 г. площадь усыхания увеличилась примерно на 50% и оценивается сегодня более чем в 2 млн. га. При этом процесс поражения уже перекинулся и на Удорский район Республики Коми. Ожидается, что общая площадь усыхающих лесов может достигнуть 5 млн. га.

Кроме Архангельской обл. рассеянные очаги усыхания ели в массовом количестве встречаются в Ленинградской и Новгородской обл., отмечены они также в Карелии и Псковской обл. Ввиду рассеянности очагов в лесном фонде, отсутствия налаженного учета информация о количественных параметрах усыхания отсутствует. Наши наблюдения подтверждают сообщения Лесного форума Гринпис России — начальные признаки усыхания ельников наблюдаются в Суоярвском лесхозе Республики Карелия. По степени выраженности симптомов усыхания ситуация напоминает то, что наблюдалось в Архангельской обл. четыре-пять лет назад.

Вологодские ельники также усыхают (vologdainform.ru (13.04.2006). Согласно обследованию, проведенным Рослесозащитой в Кич-Городецком, Бабушкинском и Никольском районах, еловые леса находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Нужны срочные санитарные рубки. Аналогичные обследования планируется провести и в других районах области — в первую очередь в Великоустюгском, Нюксенском и Вытегорском.

Усыхают ельники не только на Северо-западе России, но и южнее. Имеется информация о плохом состоянии ельников в Московской, Брянской и Калужской обл. [0].

Усыхание ельников в соседней Белоруссии началось в 1992 г. и приняло катастрофический характер. По своим экономическим и социальным последствиям оно сравнимо с усыханием в Архангельской обл. Сплошное усыхание ельников произошло на площади более 73 тыс. гектаров или около 1% от всей площади лесного фонда республики [0]. В Польше отмечается рост площадей ельников, пораженных опенком: со 144 тыс. га в 1999 г. до более чем 200 тыс. га в 2003 г. [0], плохое санитарное состояние ельников характерно и для Чехии [0].

Кроме ельников наблюдается массовое усыхание сосняков — в Ленинградской и Псковской обл., в Костромской и Тверской обл., в Среднем Подонье [0], ясенников и дубрав — в Калининградской обл. [0]. Эти данные свидетельствуют о том, что усыхание ельников находится в контексте общего усыхания бореальных лесов, наблюдаемого в настоящий момент.

За последние 20 лет в Российской Федерации ежегодно усыхает в среднем около 300 тыс. га лесных насаждений. Динамика гибели лесов имеет определенную цикличность, связанную с периодичностью влияния на леса комплекса отрицательных факторов, но при этом рост площадей усохших насаждений имеет стабильный характер. По официальным данным, только в 2003 г. площадь погибших лесов составила 551,3 тыс. га, что в 1,6 раза больше, чем в 2002 г. и на 66% больше средних данных за последние 10 лет. Большая часть этих древостоев (88%) находится в Сибири и на Дальнем Востоке и представлена преимущественно хвойными лесами. Максимальная интенсивность усыхания, рассчитанная как отношение площади погибших лесов к покрытой лесом, зафиксирована в Южном федеральном округе и лесах Республики Калмыкия. Высокие показатели интенсивности усыхания отмечены в Читинской, Московской обл., Чукотском АО и Приморском крае.

Увеличение площадей усыхания хвойных лесов в целом (сосна, ель, пихта, лиственница), связанное с развитием корневых гнилей, в конце 90-х годов отмечается и в восточноевропейских странах. В Польше увеличились площади насаждений пораженных корневой губкой [0]. В Венгрии отмечается увеличение площадей сосняков, пораженных стволовыми вредителями, что также следует связывать с очагами корневых гнилей [0]. В Словакии увеличилась интенсивность отпада деревьев, обусловленного развитием корневой губки и опенка [0].

Процесс усыхания бореальных лесов в Северной Америке также распространен на огромных территориях. «The State» — официальный ин-

формационный портал штата Южная Каролина (США) — сообщает о развитии усыхания сосновых лесов западного побережья Канады. Статья называется «Rapid warming» spreads havoc in Canada's forests — «Быстрое потепление сеет разруху в лесах Канады»: речь идет о массовом усыхании сосновых лесов, связанном с небывалой вспышкой численности дендроктона *Dendroctonus ponderosae* Hopkins. Последние обследования показали, что площадь усыхающих лесов уже достигла 8,5 млн. га. По прогнозам, только в Британской Колумбии площадь усыхания увеличится втрое за ближайшие семь лет, или даже раньше.

Значительные площади сосновых лесов провинции Альберта также оказались заселены этим вредителем (сообщает globeandmail.com). Граница массового распространения жука достигла нехарактерных для него северных территорий, где размножение дендроктона ограничивалось ранее холодными зимами и заморозками в начале и в конце летнего сезона. Потенциально площадь сосновых лесов в провинции Альберта, которая может быть охвачена усыханием, оценивается примерно в 6 млн. га. Сообщается, что данный вид дендроктона, ранее заселявший только сосну скрученную (*Pinus contorta* Douglas), в настоящее время встречается уже и на сосне Банкса (*Pinus banksiana* Lamb.), ареал которой доходит до восточного побережья Канады. Это вызывает опасения, что массовое распространение жука продолжится и далее на восток.

Как видно из приведенного выше краткого обзора, леса усыхают в России, Европе, Северной Америке — **деградация таежных лесов становится глобальным явлением**. Вероятно, и причина этого явления также носит глобальный характер.

Предположение о том, что наиболее общими причинами массовой гибели лесов являются климатические изменения глобального характера в настоящее время, является, практически, безальтернативной гипотезой. Наши усилия были направлены на выявление конкретных механизмов развития массовых усыханий. Обследованиям были охвачены усыхающие леса в Калининградской, Ленинградской и Псковской областях.

Усыхание насаждений ясеня в Калининградской обл.

Нашими обследованиями были охвачены усыхающие насаждения ясеня в 5 лесхозах Калининградской обл. В процессе исследования обнаружена связь между усыханием древостоев ясеня и древостоев дуба, которые также были обследованы.

Раскопки, проведенные в каждом из обследованных выделов, показали, что корневые системы деревьев ясеня даже с начальными признаками усыхания уже на 50–70% поражены опенком. В некоторых случаях опенок успевал поразить до 50% корневой системы дерева, сформировать

плодовые тела, а по состоянию кроны дерево следовало бы отнести к категории «без признаков ослабления». Проведенные обследования показали, что причиной усыхания деревьев ясеня является поражение их корневой системы гнилью, вызванной опенком *Armillaria gallica* Marxm. & Roman.

Поражение корневой гнилью, вызванной развитием опенка, было обнаружено во всех обследованных нами участках ясеня, в подавляющем большинстве участков дуба и даже в одном участке осины. Важной особенностью процесса усыхания ясеневых древостоев является слабое участие в этом процессе насекомых, питающихся тканями коры и древесиной. На некоторых участках нами были обнаружены отдельные деревья, заселенные большим *Hylesinus crenatus* F. и малым *Hylesinus fraxini* Panz. ясеневыми лубоедами.

Причины массового размножения опенка в Калининградской области неясны. Однако некоторые выводы и констатации можно сделать уже сейчас. Древостои ясеня поражены по всей области не зависимо от топографического положения участков и проводимых в них хозяйственных мероприятий. Известно, что массовое поражение ясенников опенком наблюдается также и в сопредельном государстве — Литве. Исходя из этого, можно утверждать, что вспышка размножения опенка не связана ни с лесохозяйственной деятельностью в усыхающих насаждениях, ни с колебаниями уровня воды, связанного с работой мелиоративной сети. Поскольку не прослеживается градиента поражения насаждений в пределах довольно больших территорий охваченных нашим обследованием — нет оснований полагать, что причиной усыхания является локальный источник промышленного загрязнения.

Из возможных биотических причин, известных как причины, провоцирующие развитие опенка: вспышки других болезней или массовые вспышки размножения насекомых-вредителей — на ясене также не зафиксированы. Кроме ясеня атаке опенка подверглись насаждения дуба, где отмирание несколько менее интенсивное, но положение уже критическое. При этом на дубе отмечены вспышки массового размножения листогрызущих вредителей и мучнистой росы. Таким образом, эпифитотией охвачены две разные древесные породы, одна из которых была предварительно ослаблена болезнями и вредителями, другая нет. Отсюда сомнительно, что массовые вспышки вредителей и болезней играли решающую роль в исследуемом массовом усыхании.

Из возможных объяснений наиболее вероятной представляется гипотеза о воздействии глобальных климатических изменений, в пользу которой говорят масштабы усыхания и его тотальность — ясень может исчезнуть из лесов юго-восточной Прибалтики как вид.

Усыхание сосняков в Псковской обл.

Изучение причин усыхания сосняков в Псковской области было начато нами в 1998 году в национальном парке «Себежский», в Опочечском, Невельском, Себежском и Пустошкинском лесхозах. В 2005 г. были проведены повторные мониторинговые обследования. Они показали, что текущий отпад превышает величину естественного и происходит за счет деревьев основного полога с диаметром, близким к среднему диаметру древостоя. Обследованные насаждения следует отнести к II-III группам устойчивости [0]. Общий размер усыхания древостоев за период наблюдений таков, что при вырубке сухостоя полнота снизится до состояния расстроенного насаждения. Площадь очагов корневых гнилей достигает значительных величин — свыше 40% в спелых древостоях. Кроме того, кроны большинства деревьев изрежены при дополнительном питании большого и малого сосновых лубоедов.

При обследовании в 1998-1999 гг. выявлено, что главной причиной усыхания обследованных сосняков было поражение их корневой губкой *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Признаки заражения насаждений корневой губкой были обнаружены практически в каждом обследованном выделе.

Общепринята точка зрения, что ... «проблема корневой губки относится к числу экологических. Она возникла как следствие широкомасштабного создания монокультур хвойных пород на местообитаниях, не соответствующих экологическим потребностям этих пород, и переноса на эти объекты традиционно сложившегося режима лесовыращивания, без учета предрасположенности к поражению. Корневая губка является компонентом лесного биогеоценоза, нельзя ее уничтожить и исключить заражение отдельных деревьев. Источники инфекции корневой губки в виде спор, мицелия в корнях больных деревьев, естественного отпада, пней имеются во всех насаждениях в количестве, достаточном для заражения, независимо от их происхождения (естественное, искусственное), категории местообитаний, почвенных разностей» [0]. Таким образом, широкомасштабное распространение заболевания в естественных насаждениях — явление необычное и это дает основания предполагать, что его причинами могут быть нарушения естественной экологической обстановки.

Сохранность инокулюма *H. annosum* на протяжении десятилетий после рубки является препятствием для воссоздания чистого по породному составу сосняка на месте вырубленного зараженного древостоя. Можно полагать, что естественный ход сукцессии под влиянием корневой губки приведет к формированию смешанных насаждений с существенным участием березы. При этом производительность березняка на большинстве участков, которые в настоящий момент занимают боры, будет заметно ниже. Как за счет несоответствия боровых лесорастительных условий

требованиям березы, так и за счет отрицательного влияния березы на примесь сосны [0]. По исследованиям шведских ученых инфекционный фон корневой губки также окажет отрицательное воздействие на рост последующего естественного возобновления и посадок березы на зараженных участках [0].

В условиях Псковской области культуры сосны в возрасте 15 лет или несколько старше уже имеют существенные потери от корневой губки. Расчеты показывают, что множественные очаги заболевания, имеющиеся в настоящее время, сомкнутся гораздо раньше возраста спелости древостоя.

В междоугольных пространствах было отмечено значительное усыхание деревьев — раскопки корневых систем показали, что это усыхание вызвано в основном деятельностью опенка *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink. [0]. Участие опенка в формировании отпада в 2005 г. значительно увеличилось.

Обследование естественных выворотов корневых систем сосны в очагах усыхания позволяет схематически обрисовать взаимоотношения между грибами сложившиеся в условиях юга Псковской области (рисунок). Как видно из рисунка, экологическая ниша корневой губки это — корни расположенные ниже, примерно, 0,5 м, хотя, по нашим наблюдениям, гриб способен эффективно осваивать древесину, находящуюся даже на дневной поверхности. Давление более конкурентоспособной микобиоты вытесняет корневую губку из поверхностных слоев и ограничивает, тем самым, ее плодоношение и распространение. Нами отмечено образование плодовых тел корневой губки только на свежих выворотах корневых систем.

Произрастающая в сосняках в очагах корневой губки ель не поражалась данной разновидностью патогена, а береза, встречающаяся как примесь в сосняках, была неустойчива. Корневая губка вызывала гниль корневой системы березы, не вызывая при этом симптомов усыхания кроны, а проявлялась в виде ветровала. Береза, таким образом, не может быть использована в биотехнических мероприятиях по ограничению распространения корневой губки.

В ослабленных древостоях сосны накопился значительный запас стволовых вредителей, основными представителями которых являются большой (*Tomicus piniperda* L.) и малый (*Tomicus minor* Hart.) сосновые лубоеды, усачи рода *Tetropium*, вершинный короед (*Ips acuminatus* Gyll.) и стволовая смолевка (*Pissodes pini* L.).

В целом взаимоотношения рассмотренных выше групп вредных организмов можно описать следующей схемой: развитие очагов корневой губки стимулирует развитие комплекса стволовых вредителей, которые в свою очередь ослабляют близлежащие участки леса, способствуя развитию очагов опенка. Прохождение всех стадий описанного выше процесса обычно приводит к полной деградации древостоя.

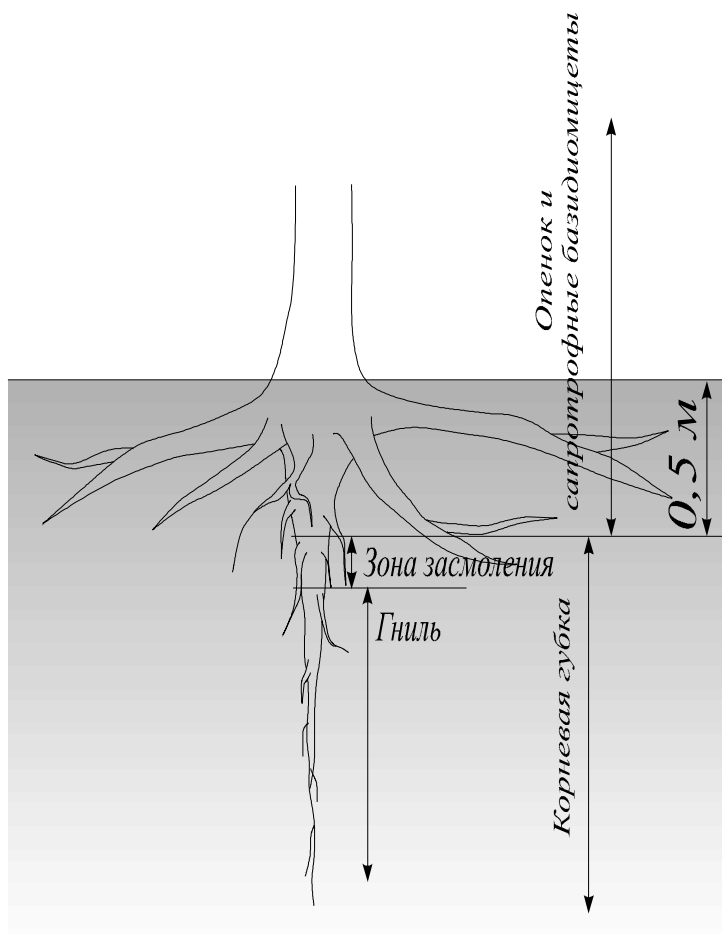


Рис. Стратификация ксилобионтных базидиомицетов

Усыхание лесов в Ленинградской обл.

Обследование усыхающих сосняков, произрастающих в Приозерском лесхозе Ленинградской обл. показало, что основной причиной усыхания сосны является поражение корневых систем деревьев опенком *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink. Хотя признаков поражения древостоев корневой губкой обнаружено не было, исключать ее наличие нельзя.

Характер усыхания насаждений сосны в Приозерском лесхозе примерно такой же, как и в национальном парке «Себежский». Несколько больше деревьев, относящихся к категории «свежий сухостой» говорит о том, что процессы усыхания идут с большей интенсивностью. Вероятно, это связано с большим участием опенка в процессе усыхания сосняков на Карельском перешейке, а большое количество деревьев, относящихся к категории «старый сухостой», по сравнению с национальным парком «Себежский» связано с отсутствием мероприятий по его уборке.

Особую тревогу вызывает состояние культур и естественного возобновления на площадях, вышедших из-под усохших насаждений. Уже в 5–8-летнем возрасте наблюдается гибель посадок от опенка до 7%, а в 14-летнем возрасте гибель уже превышает 20%.

Большое распространение в Ленинградской обл. имеет опушечное усыхание ели, которое развивается после ветровала или проведения рубок в спелых, перестойных и приспевающих древостоях. В этом случае усохшие или сильно ослабленные деревья могут заселяться комплексом стволовых вредителей, но причина гибели — физиологическое ослабление дерева в связи с резко изменившимися условиями.

В нетронутых рубкой древостоях наблюдаются очаги опенка. Отмирание елей происходит очень быстро — обычно не наблюдается ослабленных и сильно ослабленных деревьев. Видовая принадлежность опенка не установлена ввиду отсутствия плодовых тел. На единичных усыхающих деревьях имеются поселения типографа *Ips typographus* L., пушистого полиграфа *Polygraphus poligraphus* L. и малого елового усача *Monochamus sutor* L.

Как показывают данные о площадях погибших насаждений (таблица), санитарное состояние лесов Ленинградской обл. в течение последних шести лет постоянно ухудшается. Наиболее важными составляющими динамики гибели насаждений являются лесные пожары, болезни леса и неблагоприятные погодные условия.

Мы полагаем, что из-за трудности идентификации причин гибели, часть насаждений, погибших в результате поражения корневыми гнилями, была учтена в графе погибших из-за воздействия неблагоприятных погодных условий. Таким образом, учитывая также гибель насаждений от насекомых-вредителей, мы видим, что наибольший вклад в усыхание лесов Ленинградской обл. вносят биотические причины, и гибель лесов от этих причин имеет положительную динамику.

Анализ фактических данных, опубликованных материалов, отчетов научных и производственных организаций, экспертных оценок специалистов позволяет утверждать, что реальные размеры ущерба и структура воздействия стрессовых факторов существенно отличаются от официаль-

ной статистики. Так количество вспышек массового размножения насекомых на северо-западе России оказалось заниженным в среднем в 18 раз, площади древостоев, поврежденных вредителями — в 4,5 раза, площади ветровалов в Ленинградской области — в 2 раза. Масштабы повреждения промышленными выбросами и за счет рекреационных нагрузок имеют мало общего с фактическим положением дел. Достаточно достоверные данные система лесного мониторинга дает лишь о количестве и площадях пожаров.

Таблица

Площади погибших насаждений по данным Агентства лесного хозяйства по Ленинградской обл. и г. Санкт-Петербургу

Категория погибших насаждений	Площадь погибших насаждений по годам, га					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Погибло лесных насаждений всего	1991,0	11647,0	4893,0	6121,0	7421,0	13908,0
В том числе:						
от повреждения вредными насекомыми	40,3	992	1756,0	1951,0	914,0	868,0
от повреждения дикими животными	4,5	0	37,0	46,0	3,0	123,0
от болезней леса	497,9	945	694,0	1559,0	2140,0	4024,0
от воздействия неблагоприятных погодных условий	1089,6	1125	914,0	1306,0	2941,0	3967,0
от лесных пожаров	224,0	8461	1422,0	1125,0	869,0	4464,0
от антропогенных факторов	114,7	124	70,0	134,0	554,0	462,0
из них от воздействия промышленных выбросов	2,0	0	0	0	0	0

В целом для северо-запада Российской Федерации интенсивность воздействия отдельных факторов гораздо выше, а соотношение их роли в ослаблении древостоев отличается, от того, который принимается за основу на региональном или федеральном уровнях. Поэтому для рационального ведения лесного хозяйства и оптимизации лесопользования необходимо создать систему эффективного лесопатологического мониторинга.

Заключение

Явление массового усыхания лесов распространено на всей европейской территории России и находится в контексте массовых усыханий лесов произрастающих на постгляциальных пространствах всего северного полушария; этому явлению подвержены разные древесные породы в разных природно-климатических зонах; основными, достоверно выявленными, причинами массового усыхания лесов Северо-Запада России в настоящее время являются биотические причины — корневые гнили.

Практически единственной гипотезой, удовлетворительно объясняющей сложившуюся ситуацию, является предположение о сдвиге природно-климатических зон в результате глобальных климатических изменениях.

Из предварительных оценок, сложившейся ситуации вытекает, что имеющимися методами и средствами (разработанные системы защитных мероприятий, замена хвойных насаждений лиственными и т.д.) нарастающую динамику массовых усыханий не изменить. Требуются фундаментальные исследования, результатом которых может быть принятие кардинальных решений.

Массовые усыхания лесов не являются чисто российской проблемой. Масштабы этого явления носят нордциркумполярный характер, поэтому весьма целесообразно международное сотрудничество в исследовании этого явления, его оценке и координации усилий по минимизации его отрицательных последствий.

Список использованных источников

- Иванов В.П. Усыхание еловых лесов — проблема регионов / В.П. Иванов, И.Н. Глазун, В.П. Шелуха, С.И., Смирнов, Д.И.Нартов // Лес XXI века: Тез. докл. межд. практ. конф. Брянск 20-24 окт. 2005 г., Брянск: БГТУ, 2005. С. 42
- Федоров Н.И. Причинно-следственные связи массового усыхания ельников Беларуси в 1993—1998 годы / Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий // Лес XXI века: Тез. докл. межд.практ. конф. Брянск 20-24 окт. 2005 г., Брянск: БГТУ, 2005. С. 58
- Grodzki W. Preface / W. Grodzki, T. Oszako // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 4—6.
- Holusa J. The phytopathological and entomological aspects of the health of mountain Norway spruce stands in the Czech Republic / J. Holusa, J. Liska, P. Kapitola, V. Peskova, F. Soukup // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 85—92.
- Харченко Н.А., Кузнецов И.В. Развитие корневых систем сосны обыкновенной в первые годы жизни // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 2. Воронеж, Гос. лесотехн. акад., 2004. С. 107—113.
- Мониторинг состояния лесов северо-запада РФ, пораженных массовым усыханием, исследование причин усыхания и разработка мер борьбы: отчет о НИР (заключит.) / ФГУ «СПбНИИЛХ»; рук. Шабунин Д.А.; исполн.: Семакова Т.А. СПб, 2005. 121 с. — Библиогр.: с. 79-85. — № ГР01.2.006.11439. — Инв. № 02.2.006.06539.
- Sierota Z. Fungal diseases in last years in Poland / Z. Sierota // Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings from the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, Ustron-Jaszowiec (Poland), April 21—24, 1998. С. 153—155.
- Koltay A. Health condition of Hungarian pine forests / A. Koltay // Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings from the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, Ustron-Jaszowiec (Poland), April 21—24, 1998. С. 133—137.

- Leontovyc R.* The role of fungal pathogens in the premature decay of Norway spruce stands in Slovakia / R. Leontovyc , A. Kunca // Current problems of forest protection in spruce stands under conversion — Warsaw, Forest Research Institute, 2006. P. 79—84.
- Наставления по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней. М., 1997. 108 с.
- Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С.* Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
- Мирошников В.С.* Исследование роста сосново-березовых культур // Лесоведение и лесное хозяйство. Минск: Вышэйшая школа, 1976. Вып. 11. С. 147—159.
- Lygis V., Vasilias R., Stenlid J.* Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: Disease transferred, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi // Can. J. Forest Res. 2004. 34(1). P. 120—130.
- Fox R.T.V.* Diagnosis and control of *Armillaria* honey fungus root rot of trees // Prof. Hart., 1990. 4, № 3. С. 121—127.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСОВ

А.С. Исаев

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
isaev@cepl.rssi.ru*

Сохранение биоразнообразия рассматривается как важный элемент национальной лесной политики, приобретающей не только ресурсную, но и экологическую направленность. Несмотря на тенденцию увеличения в последнее десятилетие лесистости территории в нашей стране, связанное с резким сокращением лесозаготовок и зарастанием брошенных сельскохозяйственных земель интенсивное лесопользование прошлых лет привело к существенному ухудшению качественного состава лесов, изменению их возрастной и породной структуры, увеличению фрагментации и уменьшению естественного биоразнообразия в целом. В настоящее время в России разработана «Национальная стратегия по сохранению биоразнообразия», включающая программу «Сохранение биоразнообразия лесов». Одним из приоритетных направлений программы явилась «Разработка методологических основ мониторинга биоразнообразия лесов», в разработке которого приняли участие ведущие академические институты европейской части России, Сибири и Дальнего Востока.

При организации мониторинга биоразнообразия на видовом, экосистемном и ландшафтном уровнях необходимо использовать критерии и показатели, разработанные отечественными и зарубежными специалистами, в сочетании с новыми подходами и технологиями. Проблема биоразнообразия рассматривается в программе в двух аспектах — *сохранение разнообразия видов и сохранение структурно-функциональной организации экосистем*. Видовое разнообразие лесных сообществ определяется гидроклиматическими и эдафическими условиями, а также идентификационной ролью видов-лесообразователей. Для бореальных лесов России характерна большая внутривидовая изменчивость и высокая адаптация к экстремальным условиям, благодаря чему один и тот вид может осваивать различные биотопы. Эти особенности древесных растений способствуют сохранению устойчивой структурно-функциональной организации экосистем.

При разработке мониторинга биоразнообразия учитывается ландшафтная структура территории как один из ведущих факторов дифференциации экотопов со свойственным им видовым и экосистемным разнообразием. Этот подход позволяет фиксировать лесные экосистемы в преде-

лах природно-территориальных комплексов различной величины и сложности и оценить их положение в пространстве. Использование ландшафтной основы служит надежной базой изучения статистики и динамики таежных лесов методами аэрокосмического мониторинга.

Для мониторинга природных систем важно не только численное представительство видов, но и их обилие, продуктивность, степень участия в обменных процессах, что наиболее плодотворно следует рассматривать в рамках структурных биогеоценотических единиц на ландшафтной основе. В литературе накоплен обширный фактический материал по видовому разнообразию лесных фитоценозов в различных регионах России. Очевидно, мы не располагаем возможностями детального учета всей территории и использования системы учета биоразнообразия (по квадратной сетке), разработанной для территории Европы. Но мы имеем богатый опыт организации сбора информации о структуре лесных сообществ и биогеоценозов, реализуемой многочисленными исследовательскими коллективами в различных регионах лесной зоны.

В этих целях используются фундаментальные знания флоры и фауны территории и в первую очередь картографический материал, отражающий пространственно-временное распределение живой биоты. На основе этого знания и использования ГИС-технологий можно надежно осуществлять сложные оценки биологических свойств видов, имеющих реальное и потенциальное хозяйственное значение. Существующий в настоящее время стихийный подход к оценке видового богатства флоры и фауны конкретных территорий требует существенной коррекции, как в методическом, так и в организационном плане.

На основе традиций российской фитоценологии и лесоведения, а также анализа богатого фактического материала предложена и обоснована унифицированная классификационная схема лесной растительности. *Она базируется на доминантном подходе, дополненном эколого-ценотическим и флористическим анализом, и реализована на примере лесов Европейской России.* Эта система включает шесть уровней иерархии: *тип растительности — подтип — класс — секция — подсекция — группа типов леса — тип леса.* Такая структура позволяет в достаточно компактном виде представить все типологическое разнообразие лесов для территорий разного масштаба, формировать упорядоченные базы данных и проводить сопоставление выделенных единиц с единицами различных классификационных систем. Важным аспектом использования этой системы единиц является возможность характеристики различных элементов лесного покрова на основе аэрокосмических методов учета с последующей идентификацией флористического разнообразия на основе систематизированного материала в рамках предлагаемой классификационной схемы.

Обоснование ландшафтно-экологических принципов территориальной дифференциации лесного покрова выполнено на примере Карелии. Лесной покров этой территории дифференцирован на семи уровнях: *ландшафтная страна, ландшафтная зона (подзона), ландшафтный район, ландшафт, местность, урочище, фация (в пределах коренного биогеоценоза)*. Эта иерархическая система структурных единиц лесного покрова, построенная с использованием концепции отечественного ландшафтоведения, адекватно отражает его природную организацию. *В результате исследований дана детальная характеристика и оценка разнообразия коренных лесных и лесоболотных сообществ Карелии на разных уровнях их природной организации. Выделены и описаны ландшафтные эталоны сохранившихся коренных лесов. Проведено сравнение массивов коренных и производных лесов и установлены ландшафтные закономерности антропогенной динамики разнообразия лесных сообществ.*

В разработке методологических подходов мониторинга лесов особый интерес представляет выявление основных стадий восстановительного цикла, позволяющих оценить динамическое разнообразие на отдельных этапах лесообразовательного процесса. С этой целью определены основные признаки климаксовых лесных экосистем европейской России как эталонных объектов, характеризующихся оптимальным составом биоразнообразия. Выделены шесть ключевых групп растений и животных, определяющих состав и строение климаксовых экосистем. Основой для реализации методологических подходов к мониторингу биоразнообразия рассматривается картографическая и вербальная реконструкция потенциальной лесной растительности европейской России. Она основана на теоретических представлениях об организации климаксовых сообществ и построении карт ареалов видов деревьев-эдификаторов и константных видов напочвенного покрова. На основании исторических и современных сведений создана база данных и проведено сопоставление современных контурных ареалов широколиственных и темнохвойных видов деревьев и их местонахождений в историческое время за границами сплошных ареалов. Доказано, что, при спонтанном развитии и условии свободного доступа семян видов деревьев-эдификаторов из рефугиумов, на большей части территории лесного пояса Восточной Европы может восстановиться полоса темнохвойно-широколиственных лесов.

Для исследования биоразнообразия лесных экосистем используются различные методы математического анализа, позволяющие нормировать протекающие процессы и прогнозировать текущие изменения. До последнего времени в лесной биогеоценологии отсутствовало феноменологическое описание лесообразовательного процесса, необходимое для понимания сложных взаимодействий, протекающих при эволюции лесных эко-

систем. Для исследования их устойчивости предложен метод фазовых портретов, широко применяемый в физике и теоретической экологии. Разработана оригинальная феноменологическая модель, позволяющая рассмотреть закономерности формирования лесных экосистем на различных этапах лесообразовательного процесса и объяснить экологические эффекты, связанные с динамикой лесного покрова в бореальной зоне. Это достигается построением, структуризацией и анализом фазовых портретов, на которых отражаются динамические процессы возникновения, развития и смены лесных ассоциаций на обширных территориях таежных лесов. Теоретический анализ этих процессов, основанный на феноменологическом подходе, согласуется с данными конкретных натурных измерений и численных оценок.

Для решения задач стратегии природопользования реализована технология сценарного моделирования, что позволяет учитывать разные варианты ограничений лесохозяйственного, экономического и экологического характера. В результате вычислительных экспериментов формируются долгосрочные прогнозы динамики насаждений. Интеграция GIS-технологий и сценарного моделирования прогнозного комплекса FORRUS-S обеспечивает построение прогноза с учетом функционального зонирования территорий. Для каждой из выделенных зон, например, эксплуатационных лесов, участков плантационного лесоразведения, заповедных и водохранных зон, зеленых коридоров и др., может быть применен свой сценарий, адекватный их целевому назначению. Таким образом, реализуется ландшафтный подход к планированию природопользования и оценивается долгосрочное влияние различных вариантов ведения лесного хозяйства на состояние лесных экосистем.

Методологическая основа мониторинга бореальных лесов базируется на концептуальном подходе к оценке их биоразнообразия с учетом пространственно-временной динамики лесообразовательного процесса и современного состояния. Накопленный опыт в изучении разнообразия биологических систем позволяет перейти к обобщению материалов на уровне территориальных единиц разного ранга, а разработанные методологические приемы и технические методы мониторинга дали возможность исследовать лесные экосистемы в процессе их возрастной и сукцессионной динамики в различных условиях антропогенного воздействия. С учетом поставленных задач для оценки биоразнообразия приняты следующие пространственные уровни: *федеральный (глобальный), региональный и локальный*.

Данные космического мониторинга лесов рассматриваются в качестве важнейшего компонента информационного обеспечения мониторинга лесного покрова. Дистанционными методами могут быть выявлены подробно-

сти, определить которые при проведении наземных визуальных осмотров невозможно или которые требуют значительных организационных и финансовых затрат. Спутниковые данные предназначены для контроля природных и антропогенных процессов, протекающих с малой и средней скоростью на значительных площадях, а при крупномасштабной съемке — фиксирования быстро протекающих негативных процессов (вырубки лесов, лесные пожары, интенсивное повреждение насекомыми, аварийные сбросы загрязняющих веществ в атмосферу, разливы нефти и др.).

В результате проведенных исследований разработаны технические требования к средствам дистанционного зондирования из космоса применительно к конкретным ресурсно-экономическим задачам, обоснованы структура и схема функционирования космического мониторинга в среде ГИС, разработан и апробирован комплекс новых эффективных технологий по изучению лесов и оценке их состояния. На контрольных участках проведены полевые обследования с целью верификации характеристик насаждений, получаемых дистанционными методами. Предложен перечень параметров и индикаторов, рекомендованных для мониторинга биоразнообразия в нашей стране и гармонизированных с параметрами, принятыми в рамках международных инициатив.

Использование цифровой модели рельефа и характеристик спектральной яркости наземного покрова, полученных со сканерного снимка после ряда процедур по их совместной классификации, позволяет получить совокупность контуров, различающихся по оптическим яркостям и характеристикам рельефа. Для полученных типов контуров рассчитываются средние значения яркостей, высот, уклонов, а так же форм поверхности по степени ее выраженности. Созданная «контурная» основа, отражающая иерархическую организацию территории и состояние лесного покрова, позволяет составить карты современной растительности. В результате интерполяции с помощью мультирегрессионного и дискриминантного анализа спутниковой информации и характеристик рельефа выполняется визуализация основных характеристик леса (породного состава, сомкнутости древесного полога, классов возраста, видового и экосистемного разнообразия и др.). Сопоставление интерполированных характеристик с «контурной» основой позволяет получить характеристику типологического разнообразия лесного покрова территории. На основе количественных методов с использованием данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа разработан метод оценки экосистемного и ландшафтного разнообразия лесных территорий, отражающий современное состояние растительного покрова. Крупномасштабные точечные геоботанические описания дополняют информацию об эколого-ценотическом разнообразии лесных сообществ.

Постоянно обновляющаяся объективная оценка биоразнообразия лесов как одного из важнейших источников биологических ресурсов, должна осуществляться на основе мониторинга лесов с использованием аналитических методов, а также средств дистанционного зондирования и ГИС-технологий. Тематическое картирование и наземные оценки количественных мер разнообразия позволяют выявить динамику численности видов, имеющих реальное и потенциальное хозяйственное значение. В зависимости от объекта исследования (насекомые-вредители, охотничьи промысловые животные, редкие исчезающие виды и пр.) представляется возможным разработать комплекс мероприятий по регуляции численности этих видов путем проведения соответствующих хозяйственных мероприятий.

В процессе реализации программы решен ряд научно-методических задач, обеспечивающих использование имеющихся данных по биоразнообразию лесов в сфере лесной экологии, природопользования и устойчивого управления лесными ресурсами. Дальнейшее развитие мониторинга биоразнообразия лесов сопряжено с расширением наших знаний о природе леса, совершенствованием технологических возможностей сбора и обработки информации, улучшением понятийного и математического аппарата наземных и дистанционных исследований. Мы надеемся, что материалы, представленные в нашей книге, позволят расширить представление о концептуальном подходе к мониторингу биоразнообразия лесов, и методических приемах, обеспечивающих возможность сбора, систематизации и обобщения накопленных данных по биоразнообразию лесов России.

СЕВЕРОТАЕЖНЫЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Л.Г. Исаева

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,
184209, Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14а
isaeva@inep.ksc.ru*

Леса Севера представляют значительную часть лесного фонда России. Выбор территории Кольского полуострова для проведения исследования биогеохимических циклов минеральных элементов в лесах Севера определяется представленностью основных типов лесных биогеоценозов, свойственных Субарктике, и продолжительным действием промышленного воздушного загрязнения. Основными источниками загрязнений являются комбинаты медно-никелевого комплекса, преобладающими компонентами выбросов которых являются кислотообразующие агенты (соединения серы) и тяжелые металлы.

Вокруг медно-никелевых комбинатов — основных загрязнителей природной среды на Севере России — идентифицируются 4 основных стадии дигрессионной сукцессии лесных экосистем: фоновые леса → дефолирующие леса (стадии начальной, интенсивной и затухающей дефолиации) → техногенные редколесья → техногенные пустоши (Лукина, Никонов, 1998).

Объектами исследований послужили сосняки кустарничково-лишайниковые и ельники кустарничково-зеленомошные, произрастающие на подзолах в автономных позициях ландшафта — наиболее распространенные в Мурманской области.

Кислотность почв. Исследованиями выявлены закономерности формирования кислотности почв северотаежных лесов (на примере подзолов) в процессе дигрессионной техногенной сукцессии биогеоценозов.

Изменения кислотности твердых и жидких фаз Al-Fe-гумусовых подзолов в процессе техногенной сукцессии северо-таежных лесов, вызванной воздушным промышленным загрязнением медно-никелевого производства, носят зачастую нелинейный по отношению к количеству кислотообразующих веществ, выпадающих из атмосферы, характер. Это обусловлено формированием веществ кислой природы в БГЦ, т.е. аутогенным кислотообразованием, наиболее ярко выраженным на стадии интенсивной дефолиации, тогда как в техногенных редколесьях, формирующихся вблизи источников выбросов, этот процесс слабо выражен. Древесные парцеллы характеризуются более глубокими изменениями в кислотности органогенных горизонтов почв. В межкروновых парцеллах

изменения происходят медленнее благодаря формированию относительно устойчивого к загрязнению напочвенного покрова из кустарничков и менее интенсивному, чем под кронами, потоку загрязняющих, в том числе и подкисляющих, веществ. Различная реакция почв двух доминирующих в северо-таёжных лесах типов парцелл на загрязнение приводит к изменению парцеллярных различий в свойствах почв и почвенных вод:

а) в условиях загрязнения более кислыми становятся органогенные горизонты и почвенные воды древесных парцелл;

б) на стадиях техногенной сукцессии достоверные парцеллярные различия в кислотности минеральных горизонтов зачастую не выражены.

Актуальная кислотность органогенных горизонтов почв древесных парцелл на стадии интенсивной и, особенно, затухающей дефолиации достоверно возрастает, а на стадии техногенного редколесья вновь снижается до фоновых значений. Возрастание кислотности в дефолирующих лесах обусловлено увеличением содержания фульвокислот, что можно объяснить увеличением количества свежего опада и гидролизом аккумулятивных форм гумуса при каталитическом действии минеральных кислот, количество которых возрастает при аэротехногенном загрязнении. На стадии техногенного редколесья, где количество свежих растительных остатков под кроной снижается, а сформировавшиеся на предыдущих стадиях трансформации фульвокислоты вынесены за пределы профиля, происходит снижение актуальной кислотности, несмотря на значительно количество выпадающих из атмосферы кислотообразующих веществ. Актуальная кислотность органогенных горизонтов межкрупных парцелл увеличивается на стадии интенсивной дефолиации и на всех следующих стадиях техногенной сукцессии достоверно не изменяется.

Обменная кислотность органогенных горизонтов обеих парцелл достоверно возрастает на стадии затухающей дефолиации и далее не изменяется. Увеличение обменной кислотности обусловлено как обменным алюминием, так и водородом. Необменная кислотность органогенных горизонтов последовательно снижается на всех стадиях сукцессии, что свидетельствует о снижении роли слабых кислот в формировании кислотности органогенных горизонтов почв.

На стадии интенсивной дефолиации кислотность подстильных вод увеличивается за счет сильных и слабых кислот, а также фенольных соединений. Концентрации органического вещества достигают максимальных значений, что свидетельствует о возрастании его миграционной способности. Увеличение доли свободных фульвокислот по отношению к их солям в подстильных водах еловых парцелл может быть связано с активным гидролизом аккумулятивных форм гумуса под действием кислых осадков, а также с интенсификацией формирования грубого гумуса в ре-

зультате увеличения количества опада. Происходит также резкое возрастание концентраций основных катионов, сульфатов, хлоридов, что свидетельствует об активных обменных процессах в органогенных горизонтах почв. На последующих стадиях в подстилочных водах еловых парцелл происходит снижение концентраций углерода и основных катионов, что обусловлено произошедшим уже обеднением органогенных горизонтов подвижными органическими соединениями и основаниями. По сравнению с предыдущей стадией (интенсивной дефолиации) концентрация сильных кислот, особенно в весенний период, здесь существенно ниже, несмотря на значительно более интенсивный поток кислотообразующих веществ из атмосферы, что объясняется снижением концентрации органических кислот в органогенных горизонтах почв.

В минеральном профиле наиболее ярко выраженные изменения кислотности обнаруживаются в иллювиальных горизонтах древесных парцелл. Содержание обменного алюминия и обменная кислотность достигают минимальных значений на стадии интенсивной дефолиации. Фульвокислоты, поступающие с подстилочными водами, способствует активному выносу подвижного алюминия. При этом снижается и актуальная кислотность. На последующих стадиях содержание обменного алюминия возрастает благодаря миграции из верхних горизонтов и мобилизации соединений алюминия *in situ*, но остается достоверно ниже фоновых значений. При этом возрастает и актуальная кислотность иллювиальных горизонтов почв.

В процессе техногенной сукцессии выражены тенденции увеличения кислотности вод из всего почвенного профиля и возрастания концентраций в них органического вещества. Происходит интенсивный вынос соединений алюминия и железа с органическим веществом, а также основных катионов и анионов минеральных кислот.

В органогенных горизонтах техногенных пустошей, лишенных растительности, наблюдается тенденция увеличения актуальной кислотности и достоверное снижение гидролитической и обменной кислотности, содержания обменного водорода и алюминия по сравнению с фоном, что обусловлено снижением содержания органического вещества. Актуальная и гидролитическая кислотность почв техногенных пустошей, лишенных органогенного горизонта, достоверно возрастет по сравнению с фоном.

Питательный режим почв. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ доступных соединений элементов в подзолистых почвах бореальных лесов характеризуется ярко выраженной пространственной вертикальной (профильной) и горизонтальной (парцеллярной), а также временной (сезонной) изменчивостью (Лукина, Никонов, 1998). В лесах на северном пределе распространения органогенный горизонт является основным источником питания расте-

ний. Преобладающими среди доступных соединений элементов в этих горизонтах почв еловых лесов являются соединения кальция. Выявляются межпарцеллярные различия в содержании доступных соединений элементов в органогенных горизонтах почв в фоновых условиях. Наиболее высоким содержанием доступных соединений кальция, марганца, цинка, никеля и меди характеризуются органогенные горизонты почв еловых парцелл что во многом обусловлено составом опада, вымыванием соединений элементов питания из крон и меньшим количеством осадков, проникающих под кроны елей. Пониженные по сравнению с межкروновыми парцеллами концентрации азота, магния, фосфора и сопоставимые концентрации калия в органогенных горизонтах почв доминирующих парцелл обусловлены их интенсивным поглощением елью.

Воздушное промышленное загрязнение приводит к значительному нарушению питательного режима почв. Эти нарушения вызваны: а) значительным поступлением кислотообразующих агентов и тяжелых металлов из атмосферы; б) возрастанием количества растительного опада из-за дефолиации хвойных деревьев и гибели чувствительных видов (лишайников и мохообразных); в) активным замещением катионов элементов питания в почвенном поглощающем комплексе "кислыми катионами" и их выносом; г) дисбалансом в поглощении элементов питания растениями.

Наиболее значительные нарушения наблюдаются в древесных парцеллах. Интенсивные потоки кислотообразующих веществ и тяжелых металлов в подкروновые пространства, выщелачивание основных катионов из растений и органогенных горизонтов почв и дисбаланс в поглощении элементов питания поврежденными древесными растениями определяют специфику нарушения питательного режима почв древесных парцелл. Органогенные горизонты почв этих парцелл в дефолирующих лесах активно обедняются кальцием, магнием, калием, марганцем, цинком, фосфором и обогащаются азотом, медью, никелем, железом и алюминием. Отношение C/N значительно сужается.

В органогенных горизонтах почв межкроновых пространств (кустарничковые и злаковые парцеллы) в целом наблюдаются сходные с древесными парцеллами, но менее выраженные из-за формирования относительно устойчивых к загрязнению растительных микрогруппировок, тенденции изменения питательного режима почв. В результате сглаживаются парцеллярные различия в содержании доступных соединений элементов в органогенных горизонтах почв.

Минеральные горизонты почв дефолирующих лесов независимо от парцеллярной принадлежности обогащаются углеродом, многими элементами питания, а также никелем, медью и серой, за исключением кальция и магния, содержание которых снижается в иллювиальных горизон-

тах почв. Обнаруженные в фоновых условиях парцеллярные различия в содержании подвижных соединений элементов питания в минеральных горизонтах почв дефолирующих лесов углубляются, что связано с интенсификацией потоков соединений различных элементов, в том числе кислотообразующих веществ, под кронами деревьев.

Почвы пустошей характеризуются значительным обеднением основными элементами питания (N, C, Ca, Mg, K, Na, Mn, Zn, P), что связано с вымыванием органических веществ из почв под действием кислых осадков, а также частыми пожарами. Содержание тяжелых металлов в органо-генных горизонтах почв значительно возрастает. Отношение C:N ниже фоновых значений.

Химический состав хвои ели. Ассимилирующие органы играют роль регуляторного звена в функционировании растительного организма и весьма чувствительны к изменению условий произрастания. На основе изучения химического состава ассимилирующих органов древесных растений может быть выявлен дефицит или токсичность элементов для растений и проведена диагностика питательного режима лесного фитоценоза. В условиях воздушного загрязнения лесных биогеоценозов кислотообразующими веществами и тяжёлыми металлами обычно наблюдается повышение содержания элементов, входящих в состав выбросов, которые поступают в растения в результате фоллиарного поглощения (Смит, 1985; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989) и нарушения питательного режима почв (Лукина, Никонов, 1998; Falkengren-Grerup, 1987; Zoettl et al., 1989; Tomlinson, 1991).

Исследованиями установлено, что в природных условиях уровень обеспеченности ели сибирской Ca, Mn и Zn можно определить как оптимальный, K, P и Mg — достаточный, N — дефицитный. Для ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) подтверждены достоверные изменения химического состава хвои с увеличением возраста, которые выражаются в её обогащении малоподвижными макроэлементами Ca и Mn, Al и обеднении подвижными макроэлементами K и P, а также Mg. Содержание микроэлементов в хвое также подвержено возрастной изменчивости. Максимальные концентрации Ni, Cu отмечены в хвое текущего года. К элементам средней подвижности отнесен Zn, максимальная концентрация которого отмечена в однолетней хвое. Концентрация в хвое элементов питания зависит не только от возраста хвои, но и побега: чем выше порядок побега, тем больше в хвое концентрируется подвижных элементов — K и P, и меньше — малоподвижных Ca и Mn. Элементы питания в ассимилирующих органах подвержены внутрисезонной динамике, которая определяется фазой фенологического развития растений. Выявлена тенденция увеличения концентрации элементов питания в хвое к концу вегетацион-

ного периода. Тенденция аккумуляции элементов к концу вегетации обусловлена подготовкой растения к состоянию зимнего покоя, проявляющегося в накоплении в ассимилирующих органах достаточного количества макро- и микроэлементов для последующего формирования новых органов и тканей.

В процессе дигрессионной сукцессии азотно-кальциевый тип химического состава хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) сохраняется только на стадии интенсификации дефолиации. В условиях сильного техногенного загрязнения (стадия затухающей дефолиации и техногенного редколесья) для ассимилирующих органов характерен азотно-калиевый тип распределения элементов питания, поскольку преобладающими в хвое зольными элементами становятся азот и калий.

В условиях воздушного промышленного загрязнения для ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) сохраняются возрастные изменения химического состава хвои по мере старения ассимилирующих органов, которые выражаются в её обогащении малоподвижными элементами (Ca, Al, Mn) и обеднении подвижными элементами (K, P, Mg) и в процессе дигрессионной сукцессии накопление поллютантов, прежде всего Ni, Cu и S во всех возрастных классах хвои.

Концентрации элементов питания (Ca, Mg, K, P), а также Al, в хвое ели в процессе дигрессионной сукцессии под влиянием комбината цветной металлургии «Североникель» изменяются нелинейно, что связано с изменением концентраций элементов в почвах и почвенных водах, а также с проявлением антагонистических взаимоотношений между элементами питания. На стадии интенсивной дефолиации наблюдается увеличение содержания Ca и Mg, тогда как K, P и Al, напротив, снижается. На стадиях затухающей дефолиации и редколесья происходит обеднение хвои Ca, Mg, Mn и Zn и обогащение K. На стадии редколесья значительно возрастает содержание Fe. Обеспеченность элементами питания ели сибирской часто находится на уровне дефицита для Ca, Mg, P. В отличие от закономерностей, обнаруженных для более старых деревьев, концентрации Ca и Mg в молодой хвое деревьев 35-40 лет не снижаются по сравнению с фоном. Возможно, это связано с менее интенсивным вымыванием соединений этих элементов из хвои деревьев подраста.

В условиях загрязнения медно-никелевым производством нарушаются природные особенности формирования химического состава ассимилирующих органов в зависимости от порядка побега. На стадии интенсификации дефолиации обнаружено обратное распределение в отношении Ca, Mn, K и P в молодой хвое по сравнению с природными условиями. Увеличение концентрации Ca и одновременное снижение содержания в хвое K и P на данной стадии происходит в результате изменений в химиче-

ском составе хвои, расположенной на самых молодых побегах. На стадии редколесья минимальные содержания поллютантов Ni, Cu, Fe, S обнаруживаются в хвое, формирующейся на побегах первого порядка. Вероятно, хвоя на побегах более высокого порядка ветвления отличается интенсивным фоллиарным поглощением.

Морфометрические характеристики хвои ели. Ассимилирующие органы определяют функционирование древесного растения и весьма чувствительны к условиям произрастания. Аэротехногенное загрязнение оказывает негативное влияние на морфологические показатели фотосинтезирующего аппарата растений.

В природных условиях в ельниках кустарничково-зеленомошных Кольского полуострова хвоя ели сохраняется 8-13 лет. Количество возрастных классов хвои связано с порядками ветвления побега, количество которых не превышает 5. Максимального возраста достигает хвоя на побегах I и II порядков, минимального — на побеге V порядка. Основная масса хвои в природных условиях не имеет признаков повреждения. Доля хвои, затронутой хлорозами и некрозами, не превышает 11%. Поврежденность ассимилирующих органов зависит как от возраста хвои, так и от возраста побега. Наиболее поврежденной оказывалась хвоя последних лет жизни — 16% от общего количества. На самых молодых побегах V порядка ветвления практически вся хвоя являлась здоровой, и поврежденность не превышала 3% от общего числа хвоинок. На ветвях I порядка, напротив, отмечено в 4 раза больше поврежденных ассимилирующих органов. Изменение морфометрических характеристик (длина и масса) хвои обусловлено как возрастом хвои, так и побега. В ельниках кустарничково-зеленомошных средняя длина хвои составляет 11.6 ± 0.05 мм, причём минимальное наблюдаемое значение не превышало 3 мм, максимальное — 21 мм. Длина и масса хвои достоверно возрастала по мере старения хвои и побегов. Полученные коэффициенты роста (отношение массы 1 хвоинки к её длине) наглядно демонстрируют, что в природных условиях относительная масса значительно возрастает с возрастом хвои и побега.

На начальных стадиях дигрессионной сукцессии (стадия интенсификации дефолиации) продолжительность жизни хвои сопоставима с фоновыми значениями. На стадиях затухающей дефолиации и техногенного редколесья, продолжительность жизни хвои значительно снижается (число возрастных классов сокращается до 2 раз), происходит также уменьшение порядков ветвления побега: отсутствуют побеги V порядка ветвления. В условиях воздушного промышленного загрязнения увеличивается доля ассимилирующих органов, относящихся к 4 классу повреждения (площадь повреждения затрагивает более 75% поверхности хвоинки), в

2-4 раза возрастает количество хвои, имеющих следы сильного повреждения хлорозами и некрозами. Происходит увеличение доли повреждённых многолетних ассимилирующих органов относительно фоновых значений. На долю повреждённой хвои приходится до 30% от общей массы, что почти в 2 раза превышает фоновые показатели. В процессе дигрессионной сукцессии морфометрические характеристики хвои изменяются нелинейно. На начальных стадиях сукцессии длина и масса ассимилирующих органов увеличивается. На следующих стадиях (стадия затухающей дефолиации и техногенного редколесья) наблюдается, напротив, уменьшение длины и массы ассимилирующих органов. При этом сохраняются закономерности изменения морфометрических показателей в зависимости от возраста хвои и порядка ветвления побега.

Минеральное питание ели сибирской оказывает значительное влияние на показатели ростовых процессов и накопление в хвое фенолов. При высоком содержании в хвое элементов питания увеличивается длина и масса ассимилирующих органов и одновременно происходит снижение содержания в ней фенолов (стадия интенсификации дефолиации). При снижении концентрации элементов питания в хвое ниже уровня дефицита (Ca и Mg), наблюдается обратная зависимость: размеры хвои уменьшаются, и усиливается синтез вторичных метаболитов (стадии затухающей дефолиации и техногенного редколесья).

Видовой состав растений. Воздушное промышленное загрязнение приводит к смене видов-доминантов и выпадению из состава сообществ чувствительных видов (Дончева, 1978; Влияние..., 1990; Лукина, Никон, 1993 и др.).

Установлено, что техногенная сукцессия (дигрессия) в ельниках зеленомошных и сосняках лишайниковых характеризуется общими особенностями: идентифицируются стадии луговиково-кустарничкового леса и редколесья, происходит снижение количества видов за счет мохообразных, лишайников и трав и возрастание участия в составе сообщества луговика извилистого и вороники. Различия в особенностях техногенной дигрессии между ельниками и сосняками заключаются в том, что в ельниках луговик распространяется более активно и формирует более значительную фитомассу, благодаря благоприятным условиям питательного и водного режима (мезотрофные условия). В еловых лесах, благодаря накоплению значительного количества растительных остатков на поверхности почвы из-за длительного, по сравнению с сосняками, отсутствия интенсивных пожаров, также формируются более благоприятные условия для распространения вороники.

Воздушное промышленное загрязнение, вызывая образование больших количеств горючего материала в результате интенсивной дефолиации

ции и отмирания, как отдельных ветвей, так и целых деревьев, а также отмирания лишайников и зеленых мхов, способствует возникновению пожаров, тем самым не только прямо, но и косвенно определяя биоразнообразие. Выпадение многих видов лишайников и мохообразных обусловлено прямым воздействием техногенного загрязнения. Резкое снижение количества видов трав на стадиях техногенной дигрессии, особенно ярко выраженное в еловых лесах, обусловлено не непосредственным воздействием загрязнения, а тем, что данные объекты находятся на более ранней, чем фоновые, стадии сукцессии после последнего пожара, в связи с чем не сформировались условия для внедрения многих видов. Формирование на значительных территориях длительно существующих пустошей связано с интенсивными и частыми пожарами, во многом обусловленными действием воздушного промышленного загрязнения. Несмотря на то, что многие виды сосудистых растений, обычно участвующие в восстановительной сукцессии после пожара, довольно устойчивы к воздушному загрязнению, демулационная сукцессия наблюдается на небольших площадях и протекает очень медленно. В условиях аэротехногенного загрязнения ход природного восстановительного процесса после пожара на пустошах нарушается. Можно выделить три основные причины этого нарушения: 1 — высокий уровень загрязнения воздуха, что препятствует формированию обычных для лесов Севера стадий бокальчатых кладоний и политрихового покрова; 2- незначительный банк семян в почве и отсутствие подземных органов возобновления у вегетативно размножающихся после пожара бореальных кустарничков и трав из-за высокой частоты и интенсивности пожаров; 3 — отсутствие благоприятных для внедрения растений, семена и споры которых распространяются ветром, эдафических условий, поскольку большая часть территории почти полностью лишена органического слоя и содержание элементов питания в почвах крайне низкое.

Внеризосферно-ризосферные различия. В условиях техногенной сукцессии в сосновых лесах лишайникового типа происходит сглаживание ризосферно-внеризосферных различий почвенной кислотности, ярко проявляющееся в фоновых условиях. По мере приближения к источнику загрязнения при переходе от фонового состояния через стадию дефолиации к техногенным редколесьям в ризосфере сосновых лесов наблюдается подщелачивание почв. Парцеллярные различия кислотности носят различный характер в разных типах леса, находящихся на разной стадии сукцессии. Наибольшая вариативность характерна для обменной кислотности. Актуальная кислотность органических горизонтов на стадии интенсивной дефолиации и техногенных редколесий в сопоставима с фоновыми значениями почв старовозрастных лесов. Наиболее низкими значе-

ниями гидролитической кислотности характеризуются органогенные горизонты нарушенных сосняков как в ризосфере, так и за ее пределами, а наивысшими — органогенные горизонты старовозрастных сосняков. В условиях техногенного загрязнения происходит снижение обменной кислотности в ризосфере органогенных горизонтах, особенно отчетливо проявляющееся в приствольных микрозонах. В межкрупных парцеллах изменения выражены слабее благодаря формированию относительно устойчивого к действию поллютантов покрова из наземных кустарничков и менее интенсивному, чем под кронами, потоку загрязняющих веществ (Лукина и др., 2005). Вне зоны ризосферы в лесах, подверженных воздействию техногенного загрязнения, наблюдается дальнейшее возрастание актуальной кислотности, в сравнении с ризосферной фракцией. Различий гидролитической кислотности не выявлено, ее величины сопоставимы во всех типах леса. Обменная кислотность на стадии интенсивной дефолиации и в техногенных редколесьях достоверно выше во всех микрозонах в сравнении с фоновыми условиями.

В фоновых условиях концентрации кальция, магния, калия, марганца, фосфора в органогенном горизонте значительно выше в ризоплане и 3-5 мм от корня, чем вне ризосферы. По мере приближения к комбинату «Североникель» (фон → 31 км → 10 км) происходит увеличение содержания доступных для сосны элементов соединений Ni и Cu во всех почвенных горизонтах (максимально — в горизонте A₀) и микрозонах; в ризоплане органогенного горизонта происходит снижение концентрации кальция, калия, алюминия и магния. Наблюдается увеличение содержания натрия, железа, марганца и фосфора. Содержание таких основных загрязняющих элементов как никель, медь, сера увеличивается в несколько раз: Ni: фон (от 3,8 до 16,8 мг/кг) < 31 км (от 31,5 до 57,5 мг/кг) < 10 км (от 112,6 до 188,6 мг/кг); Cu: фон (от 0,9 до 3,5 мг/кг) < 31 км (от 6,5 до 92,4 мг/кг) < 10 км (от 513,1 до 321,9 мг/кг), меди в 10 км в 1,7 раза содержится больше, чем никеля. Содержание этих элементов значительно варьирует по микрозонам. В элювиальном горизонте (A₂) в 10 км от источника загрязнения содержание Ni и Cu в 3-5 мм (зоне активного всасывания корней) и вне ризосферы примерно в 2 раза ниже, чем в ризоплане. В иллювиальном горизонте в 10 км от источника загрязнения содержание Ni резко возрастает в приствольной зоне как в ризосферной, так и вне ризосферной зоне (в 6-11 раз).

Исследование типов микориз и их обилия показали, что плотность простых микориз по мере приближения к комбинату во всех почвенных горизонтах увеличивается. В минеральных горизонтах микоризные окончания более разветвлены, чем в подстилке. Возрастание концентрации доступных для сосны биогенов в корнеобитаемом пространстве снижает

необходимость наличия сложных форм микориз. Минимальные значения плотности микориз обнаружены на участке наиболее приближенном к источнику выбросов — в зоне затухающей дефолиации, то есть по мере увеличения концентрации загрязнителей в почве происходит гибель микориз. Небольшие дозы загрязнителей стимулируют микоризообразование на тонких физиологически активных корнях сосны в зоне интенсивной дефолиации.

Дереворазрушающие грибы. Аэротехногенное загрязнение является важным фактором, определяющим степень и скорость антропогенной трансформации лесных сообществ и их отдельных компонентов, в том числе и микобиоты. Установлено, что по мере накопления в биоценозах поллютантов и продолжительности их экспозиции происходят изменения распространенности и численности патогенных видов. При разных формах и уровнях воздействия антропогенных факторов проявляется общая тенденция — сокращение видового состава афиллофоровых грибов с одновременным увеличением численности одних и тех же немногих видов, происходит смена доминантов (Бондарцева, Свищ, 1991; Лосицкая, Бондарцева, 1999; Брындина, 1998, 2000).

В условиях промышленного загрязнения видовой состав афиллофоровых грибов изучали в еловых лесах (*Piceetum myrtillosum*, *P. empetroso-myrtillosum* и *P. fruticuloslo-hylocomiosum*) вдоль юго-западного градиента от комбината «Североникель» (г. Мончегорск). Реакция дереворазрушающих грибов на воздушное промышленное загрязнение не однозначна. Численность и видовой состав изучаемых грибов характеризуется отрицательной зависимостью от уровня загрязнения, чем ниже уровень, тем выше численность и разнообразнее видовой состав. Многолетние исследования ксилотрофов северотаежных ельников кустарничково-зеленомошных, подверженных воздушному промышленному загрязнению (период с 1979 по 1993 гг.), позволили охарактеризовать временную динамику их видового состава в процессе техногенно обусловленной сукцессии: фон → дефолирующие леса → техногенные редколесья.

В начале 80-ых годов XX века на стационарах, характеризующих нарушенные (дефолирующие) леса, по сравнению с фоновыми объектами отмечена активность как паразитных (*Phellinus igniarius* и *Inonotus obliquus*), так и сапротрофитных (*Fomes fomentarius*, *Piptoporus betulinus*) видов. Первоначально (стадия начальной дефолиации) к активным паразитам добавлялся *Inonotus obliquus* и сапротрофы валежных стволов и пней (*Trichaptum abietinum*, *Trichaptum fusco-violaceus*). На стадии интенсивной дефолиации количество ксилотрофов пополняется патогенами: *Phellinus igniarius* и *Piptoporus betulinus*. То есть, ослабление древостоев еловых лесов процессом дефолиации способствует распространению

паразитных видов (*Piptoporus betulinus*, *Phellinus igniarius*, *Ininotus obliquus*), поражающих живые или ослабленные деревья (увеличение видового состава достигает 48%). На стадии разрушенных лесов (техногенные редколесья) происходило резкое снижение видового богатства: из дереворазрушителей отмечено только 2 вида (*Fomes fomentarius* и *Fomitopsis pinicola*), которые имеют димитическую и тримитическую гифальную систему. Виды с мономитической системой появляются лишь на стадии дефолиации.

В 90-ые годы XX века на стадии начальной дефолиации видовой состав ксилотрофов на исследуемых стационарах не изменился. В то же время количество деревьев, пораженных настоящим березовым трутовиком (*Fomes fomentarius*) заметно увеличилось. На стадии интенсивной дефолиации опасные патогены представлены уже 3 видами (*Phellinus igniarius*, *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus*), к которым добавляются ксилотрофы *Gloeophyllum sepiarium* и *Phellinus chrysoloma* — индикатор старовозрастных лесов (Kotiranta, Niemela, 1996). Одновременно активизировались настоящий (*Fomes fomentarius*) и ложный (*Phellinus igniarius*) трутовики. На стадии разрушенных лесов (техногенные редколесья) появляется березовая губка (*Piptoporus betulinus*).

В процессе деградации дефолирующих лесов в них заметно уменьшается встречаемость стволовых паразитов (*Phellinus igniarius*, *Ininotus obliquus*, *Phellinus chrysoloma*) — до 25% от общего количества дереворазрушающих грибов. С усилением техногенного воздействия происходит сокращение видового состава афиллофоровых грибов с одновременным увеличением численности одних и тех же немногих видов (*Fomes fomentarius* и *Fomitopsis pinicola*), устойчивых к загрязнению. Поэтому пораженность древесных пород дереворазрушающими грибами по мере удаления от источника загрязнения снижается.

Изучены концентрации элементов, в том числе тяжелых металлов, в *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst., *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. *Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quèl. и *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst. В результате исследований выявлено, что содержание никеля и меди (основных поллютантов) в базидиомах трутовых грибов увеличивается от фонового типа состояния лесных биогеоценозов к редколесью, то есть по мере приближения к источнику загрязнения. Наибольшая концентрация Ni отмечена в многолетних базидиомах окаймленного трутовика (в 7 км от комбината — 216,61 мг/кг; в фоновых условиях — 0,66 мг/кг), а Cu — ложного трутовика (в 7 км от комбината — 174,1 мг/кг; в фоновых условиях — 33,9 мг/кг). Содержание Ni в однолетних плодовых телах березовой губки значительно ниже (в 7 км от комбината — 4,87 мг/кг; в фоновых условиях — 0,29 мг/кг) по сравнению с содержанием Ni в многолетних ксилотрофах.

Химический состав дикорастущих ягод. Дикорастущие ягоды играют важную роль в обеспечении населения Севера витаминами и пищевыми продуктами. Определен химический состав у 4 видов дикорастущих ягод (*Vaccinium myrtillus*; *Vaccinium vitis-idaea*; *Empetrum hermaphroditum*; *Rubus chamaemorus*) в зоне влияния комбината «Печенганикель» (пос. Никель). Выявлено влияние комбинатов «Североникель» и «Печенганикель» по накоплению Ni, Cu в плодах ягод.

Литература

- Бондарцева М.А., Свищ Л.Г. Изменение видового состава трутовых грибов в условиях антропогенного воздействия // Проблемы лесопатологического мониторинга в таежных лесах Европейской части СССР. Тез. докл. Петрозаводск, 1991. С. 9—11.
- Брындина Е.В. Действие выбросов медеплавильного завода на сообщества ксилотрофных базидиомицетов южной тайги // Сибирский экологический журнал, 2000. № 6. С. 679—683.
- Брындина Е.В. Реакция сообществ ксилотрофных базидиомицетов на техногенную нагрузку // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии. Матер. конф. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1998. 280 с.
- Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова / под редакцией Б.Н. Норина, В.Т. Ярмишко. Л: Наука, 1990. 195 с.
- Дончева А.В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. М.: Лесная промышленность, 1978. 96 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Лосицкая В.М., Бондарцева М.А. Влияние Костомукшинского горно-обогатительного комбината на биоразнообразие афиллофоровых грибов // Биологические основы изучения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Финноскандии. Тез. докл. Петрозаводск, 1999. С. 203—204.
- Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов Северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1998. 316 с.
- Лукина Н.В., Никонов В.В. Состояние еловых биогеоценозов Севера в условиях техногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 1993. 134 с.
- Лукина Н.В., Сухарева Т.А., Исаева Л.Г. Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северотаежных лесах. М.: Наука, 2005. 245 с.
- Смит У.Х. Лес и атмосфера. М.: Прогресс, 1985. 430 с.
- Tomlinson G.H. Nutrient disturbances in forest trees and the nature of the forest decline in Quebec and Germany // Zoetl H.W. and Huettl R.F. (Editors). Management of nutrition in forests under stress. Kluwer Academic Publishers. 1991. P. 61-74.
- Zoetl H.W., Huettl R.F., Fink S., Tomlinson C.H. and Wisiewski J. Nutritional disturbance and historical changes in declining forest // Water Air and Soil Pollution. 1989. Vol. 48. P. 87—109.
- Falkengren-Grerup U. Long-term changes in pH of forest soils in southern Sweden // Environ. Pollut. 1987. Vol. 43. P. 79—90.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКО- ФИНЛЯНДСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Т. Линдхольм *, Р. Хемми **, Е. Яковлев ***

**Министерство окружающей среды Финляндии/Finnish/Russian Working
Group on Nature Conservation,*

***Институт окружающей среды Финляндии,*

****Институт леса Финляндии*

*e-mail: tapio.lindholm@ymparisto.fi; riitta.hemmi@ymparisto.fi; jev-
geni.jakovlev@metla.fi*

В России расположено 60% бореальных, или северных таежных лесов Земли. Масштабы лесных ресурсов и особые черты природной среды России — уникальны. Часть территорий старовозрастных лесов, нетронутых или минимально затронутых антропогенными воздействиями, расположена на Северо-Западе России в сопредельных с Финляндией регионах. Природа этих лесов очень разнообразна, они являются естественными резерватами для многих уязвимых видов лесных организмов. Поэтому решения органов власти по охране природы России имеют весьма большое влияние на сохранение естественного разнообразия лесных экосистем бореальной зоны.

Финляндия и Россия имеют общую государственную границу протяженностью 1250 км, которая одновременно является линией соприкосновения в области охраны природы между ЕС и Россией. Россия и Финляндия несут большую ответственность за сохранение этого природного наследия.

Россия и Финляндия ведут весьма активное сотрудничество в этом направлении еще с 1970х годов. Естественно, что совместные работы начались с Республики Карелия, при этом важнейшую роль в России играли научно-исследовательские учреждения, в первую очередь Карельский научный центр РАН и его институты. Несмотря на то, что природные условия в Финляндии и на Северо-Западе России одинаковы, традиции землепользования и природопользования различаются. Это создает возможность для выполнения сравнительных исследований, по результатам которых можно судить о последствиях антропогенного воздействия на природу.

Соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды между Советским Союзом и Финляндией было подписано в 1985 году, а в 1992 году обновлено уже с Российской Федерацией. Тогда же, в 1985 году для активного развития сотрудничества между Россией и Фин-

ляндией была создана **Российско-финляндская рабочая группа по охране природы**. Финляндская часть рабочей группы подчиняется Министерству окружающей среды Финляндии, и в нее входят эксперты из министерства и других организаций, таких как Центр окружающей среды Финляндии, лесная служба «Метсяхаллитус», Институт леса Финляндии и Хельсинкский университет. С Российской стороны в деятельности рабочей группы участвуют эксперты Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР РФ), представители региональных органов власти по охране окружающей среды, а также эксперты научно-исследовательских учреждений, заповедников и национальных парков.

Рабочая группа призвана содействовать созданию особо охраняемых природных территорий (ООПТ), сохранению редких и исчезающих видов и развитию сотрудничества между ООПТ, расположенных на Северо-Западе России и в Финляндии. В ходе совместных встреч, семинаров и научных экспедициях родилась идея создания сети ООПТ по обе стороны государственной границы или так называемого Зеленого пояса Фенно-скандии.

Конкретным результатом совместной работы стало создание в 1990 году заповедника «Дружба» – первой смежной российско-финляндской ООПТ, расположенной на территории коммуны Кухмо на финляндской, и г. Костомукши – на российской стороне. В 1991 году на нетронутых угодьях между Белым морем и Онежским озером на территории Республики Карелия и Архангельской области был создан Водлозерский национальный парк. Следующей ООПТ, созданной в рамках сотрудничества, был национальный парк «Паанаярви», расположенный в северной части Республики Карелия. Вместе с национальным парком «Оуланка» на финляндской стороне, этот парк образует вторую смежную российско-финляндскую ООПТ. Наконец, в июле 2007 года был реализован важный результат длительного российско-финляндского сотрудничества: распоряжением Правительства РФ создан национальный парк «Калевальский».

Программа развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России была создана в 1997 году. Она нацелена на координацию двустороннего сотрудничества в области лесного хозяйства и охраны природы, расширение международного сотрудничества секторов. Цель программы — содействовать экологически сбалансированному развитию лесного хозяйства и сохранению ценных природных комплексов по обе стороны государственной границы и далее на Северо-Западе России.

В Финляндии за сотрудничество в области охраны природы отвечает Министерство окружающей среды, а за координацию природоохранных

проектов — Центр окружающей среды Финляндии. Природоохранные проекты осуществляются в шести субъектах Северо-Западного Федерального Округа: Республике Карелия, Ленинградской, Мурманской, Архангельской и Вологодской областях, а также городе Санкт-Петербурге. Выполнено более пятидесяти природоохранных проектов. Достигнутыми результатами являются создание новых ООПТ, перспективные планы создания будущих ООПТ, повышение статуса охраны природы, расширение научного сотрудничества, увеличение международного сотрудничества, подготовка научных статей и публикаций, научно-популярных изданий об охране природы, проспектов, бюллетеней, и т.п.

В 2007 году была начата работа по двум новым комплексным проектам: *«Оценка полноты и недостатков сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Северо-Западе России (ГЭП-анализ)» (Assessment of the representativeness and gaps of the protected area network of Northwest Russia — GAP Analysis)* и *«Проект развития региональных ООПТ на Северо-Западе России» (Development of regional status protected areas in Northwest Russia)*.

В рамках проекта *«ГЭП-анализ»* будет выполнена оценка недостатков и полноты сети ООПТ в шести вышеуказанных субъектах Северо-Западного Федерального Округа. Проект нацелен на разработку рекомендаций по развитию сети ООПТ и подготовку механизмов для планирования устойчивого использования территорий. Выполнение ГЭП-проекта осуществляется в основном российскими организациями, т.е. различными организациями регионов — администрациями сельскохозяйственного и природоохранного секторов, научно-исследовательскими институтами и неправительственными организациями.

Главным партнером с финляндской стороны *проекта развития региональных ООПТ* является Департамент экологического рекреационного обслуживания лесной службы «Метсахаллитус». Проект нацелен на усовершенствование административных систем, обучение персонала и функционирования ООПТ регионального значения. Наряду с администрациями региональных ООПТ, партнером проекта с российской стороны является неправительственная организация «Балтийский Фонд Природы» (Санкт-Петербург).

В рамках сотрудничества между Европейским Союзом (ЕС) и Россией в области охраны окружающей среды в 2006 году была создана *рабочая группа по охране биологического разнообразия*, которая занимается развитием природоохранного сотрудничества между ЕС, его странами-членами и Россией. Перспективным направлением сотрудничества является, в частности, развитие Зеленого пояса Фенноскандии.

В настоящее время Зеленый пояс является не единой территорией, а состоит из островков существующих и планируемых ООПТ. Вопрос о совместном развитии Зеленого пояса возник на рабочей встрече министра природных ресурсов РФ Юрия Трутнева с министром окружающей среды Финляндии Паулой Лехтомяки 21.08.2007. Сотрудничество должно охватывать различные формы сохранения природы, например такие, которые предусмотрены концепцией биосферных территорий (ЮНЕСКО: программа «Человек и биосфера») и самые разные виды сотрудничества между ООПТ федерального и регионального значения. Хорошая основа для создания Зеленого пояса уже сделана в рамках проекта по оценке полноты и недостатков сети ООПТ.

Финляндия, Швеция и Норвегия давно осуществляют двусторонние природоохранные проекты с российской стороной на Северо-Западе России. С целью улучшения сотрудничества и его координирования, в 1999 году был создан МКФ — Международный контактный форум по сохранению местообитаний в Баренц регионе (International Contact Forum on Habitat Conservation in the Barents Region, HCF). МКФ является неофициальным направлением рабочей группы по охране окружающей среды при Баренцевом Евро-Арктическом совете. Деятельность в рамках МКФ и в будущем будет неотъемлемой частью международного сотрудничества природоохранной части Программы по Северо-Западу России. Последнее совещание МКФ было проведено в Республике Коми в 2005 году. Следующее совещание состоится весной 2008 года в Швеции. Во время совещания будут обсуждаться вопросы сохранения биоразнообразия лесных экосистем, развитие сети ООПТ Баренцева региона, устойчивое использование и охрана водноболотных угодий, административные системы ООПТ.

Выполнение природоохранных проектов существующей программы будет продолжаться до 2010 года. В данный момент Министерства иностранных дел и окружающей среды Финляндии оценивают достигнутые до сих пор результаты и рассматривают перспективы будущего сотрудничества с приграничными регионами. Правительство Финляндии считает, что охрана окружающей среды является одним из приоритетных направлений и в будущем приграничном сотрудничестве. Наиболее важная роль в этом направлении отводится очистке Балтийского моря, но мы надеемся и верим, что охрана лесных и водноболотных территорий сохранит за собой такую же значительную позицию.

Сотрудники Института леса Карельского научного центра РАН выполнили и продолжают выполнять огромную работу для достижения перечисленных выше результатов в области охраны природы. Это и смелые идеи по созданию крупнейших в Европе заповедников и национальных

парков, и кропотливая практическая работа по инвентаризации территории и научному обоснованию создания этих заповедников. Наличие опытных и высококвалифицированных экспертов по всем вопросам, связанным с изучением леса — от лесных ландшафтов до локальных популяций редких и уязвимых видов грибов, растений и животных — создает уникальную возможность с высокой точностью выявлять наиболее ценные природные биотопы и принимать срочные меры по их сохранению.

ЗАЩИТА ЛЕСОВ РОССИИ СЕГОДНЯ

Е.Г. Мозолева

*Московский государственный университет леса, каф. экологии
и защиты леса*

*141005, Московская область, г. Мытищи-5, ул.1-я Институтская, 1,
moz-ekaterina@yandex.ru*

Защита от вредителей и болезней — необходимая область деятельности в лесной отрасли. Назначение лесозащиты — поддержание, сохранение и повышение ресурсного потенциала и биологического разнообразия лесов России. В ней нуждаются леса на всем протяжении своего цикла выращивания и использования от семенных посадок и питомников до спелого состояния. Она нужна и для сохранения древесины на лесосеках, складах и в сооружениях.

В настоящее время в России защитой леса занимаются ФГУ «Российский центр защиты леса» и более 30 его филиалов — региональных центров. Центр решает вопросы формирования политики в области охраны и защиты леса, планирования и финансирования лесозащитных работ, организации выполнения международных программ по защите леса, организации конкурсов на проведение истребительных мероприятий против вредителей и болезней леса. Он выполняет основной объем работ по лесопатологическому мониторингу, проводит обследование насаждений для обоснования необходимости санитарно-оздоровительных мероприятий, осуществляет сбор и анализ информации по защите леса в целом по стране. Для оказания срочной и неотложной помощи по обнаружению и характеристике очагов вредителей и болезней, обоснованию необходимости и проектированию лесозащитных мероприятий работают 2 специализированные лесопатологические экспедиции. Общая численность специалистов лесозащиты в России превышает 1000 человек.

Территориальные органы лесного хозяйства планируют, организуют проведение и приемку лесозащитных мероприятий, ведут сигнализацию о появлении очагов вредителей леса и усыхании насаждений. Предполагается, что и лесопользователи должны отвечать за сигнализацию о появлении очагов вредителей леса или усыхании насаждений на арендуемых ими лесных территориях.

Лесопатологический мониторинг ведут специалисты филиалов ФГУ «Рослесозащита» в зонах своей ответственности, используя различные технологии в зависимости от напряженности лесопатологической обстановки. В зонах минимальной и низкой напряженности, расположенных в труднодоступных многолесных районах, где вспышки численности

вредителей леса отмечаются редко, используются методы дистанционного зондирования и экспедиционные лесопатологические обследования. В зонах средней и, особенно, высокой напряженности ведущим методами ведения мониторинга являются регулярные наземные наблюдения и учеты на специально заложенных маршрутных ходах и наземные экспедиционные обследования в зонах масштабных повреждений лесов. В последние годы в рамках лесопатологического мониторинга активно развивается и широко внедряется в практику феромонный надзор за насекомыми (непарным шелкопрядом, сибирским коконопрядом, короедом типографом и др.).

Вся оперативная информация о состоянии и повреждении лесов собирается и обрабатывается специалистами ФГУ «Рослесозащита» для составления ежегодных «Обзоров санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации» и обоснования плана проведения лесозащитных мероприятий на следующий год.

Истребительные мероприятия против вредителей леса в настоящее время выполняют специализированные компании. Санитарно-оздоровительные мероприятия в насаждениях субъектов Федерации проводятся компаниями или лесопользователями на договорных основаниях. Выбор исполнителей производится на конкурсной основе.

По данным ФГУ «Рослесозащита» площадь, на которой наблюдается ослабление и гибель лесов, значительно изменяется по годам. Эти изменения носят циклический характер, они зависят от периодических изменений погодных условий и связанных с ними горимостью лесов, численностью популяций вредителей и развитием очагов болезней леса. Усыхание лесов в последнее десятилетие заметно увеличилось по сравнению с предыдущим периодом.

Среди всех причин усыхания насаждений наиболее губительным является воздействие погодных условий и лесных пожаров.

Особенно сильно влияние неблагоприятных погодных условий в последние годы проявляется в лесах Северо-Западного и Дальневосточного федеральных округов. Так, в Архангельской области погибшие в 2005 году древостои отмечены на площади 391,5 тыс. га, в Республике Коми — 20,7 тыс. га, в Хабаровском крае — 18,7 тыс. га. Всегда в ослабленных неблагоприятными погодными условиями насаждениях развиваются очаги стволовых насекомых, которые действуют несколько лет.

Лесные пожары являются второй по значимости причиной гибели насаждений на всей территории России от Калининградской обл. до Чукотского автономного округа. На горях после низовых пожаров средней и высокой интенсивности, как правило, также развиваются очаги стволовых вредителей, интенсифицирующих процесс усыхания лесов.

По наблюдениям специалистов лесозащиты, под воздействием вредных насекомых ежегодно погибает в среднем около 30 тыс. га лесов, этот показатель по годам колеблется в достаточно широких пределах.

Размеры усыхания лесов от болезней не столь велики, однако, можно считать, что сведения эти преуменьшены из-за несовершенства методов диагностики, выявления и учета очагов болезней.

Масштабы усыхания лесов под воздействием на леса антропогенных факторов, в том числе промышленных выбросов, в настоящее время сравнительно невелики — менее 1% от общей площади усохших насаждений.

По данным ФГУ «Рослесозащита» ежегодно в лесах Российской Федерации вспышки массового размножения насекомых — вредителей леса отмечаются на площади равной примерно 2,7 млн. га, при этом по годам общая площадь очагов изменяется в значительных пределах: минимум отмечался в 1992 году — 1,2 млн. га, максимум в 2001 году — 9,3 млн. га. В последние годы в лесах действовали очаги сосновой пяденицы, сосновой совки, сибирского шелкопряда, рыжего и обыкновенного сосновых пилильщиков, звездчатого ткача пилильщика, непарного шелкопряда, зеленой дубовой и других листоверток. В связи с ростом площадей насаждений с нарушенной устойчивостью и недостаточным объемом санитарно-оздоровительных мероприятий в лесах развиваются очаги стволовых вредителей, в том числе короеда типографа; наиболее масштабные из них были обнаружены в ельниках Архангельской области и Республики Коми. В лесах Республики Карелия очаги типографа носили локальный характер, однако высокий уровень численности этого вредителя в регионе наблюдается в течение нескольких последних лет.

Очаги болезней леса в отмечены в насаждениях большей части субъектов Российской Федерации, наибольшее распространение при этом имеют очаги стволовых и корневых гнилей, в том числе корневой губки. Можно утверждать, что реальная площадь очагов болезней значительно превышает выявленную из-за скрытого характера развития многих заболеваний.

Ежегодно, несмотря на трудности реформирования и управления лесным хозяйством, которые мы наблюдаем уже несколько лет, лесозащитные мероприятия в отдельных субъектах РФ все же проводятся, хотя и в меньших по сравнению с требуемыми масштабах. Это обработка насаждений биологическими и химическими пестицидами в очагах хвое- и листогрызущих насекомых и санитарные рубки.

Защита леса является одной из самых наукоемких областей лесохозяйственной деятельности и требует высокой квалификации и хорошей биологической и технической подготовки специалистов и их должного методического обеспечения. Благодаря работам многих коллективов уче-

ных академических учреждений, отраслевых НИИ и вузов за последние несколько десятилетий неизмеримо увеличились наши знания о составе, популяционных особенностях, закономерностях динамики численности вредителей леса, о взаимоотношениях между видами в сообществах, получили признание новые методы популяционного анализа насекомых и усовершенствованные методы их учета, расширилась сфера применения математических методов и моделей в лесозащите. Стали более изучены фауна дендрофильных насекомых и комплексы грибов дендротрофов в лесных экосистемах разных регионов и их роль. Накоплены знания и созданы новые представления об эпифитотиях некоторых ранее недостаточно изученных видов патогенов. Прочно вошли в сознание специалистов положения о необходимости биоценотического подхода при разработке систем и методов защиты леса от вредителей и болезней, об обязательности учета потерь и определения ущерба от вредных организмов и применении интегрированных методов и эколого-экономических критериев для принятия решений о проведении защитных мероприятий. Разрабатываются и совершенствуются высокотехнологичные наземные и дистанционные методы наблюдения за состоянием леса, расширяется сфера применения в лесозащите ГИС-технологий и компьютерных информационных систем. Одним из новых направлений лесозащиты становится участие отдельных ее подразделений в развитии на предприятиях лесного комплекса добровольной лесной сертификации, способствующей сохранению лесов и экологизации деятельности в лесной отрасли.

В последние годы заметно обновляется и совершенствуется научно-методическое обеспечение лесозащиты. В 2003 г. в издательском центре «Академия» вышли новый учебник И.Г. Семенковой и Э.С. Соколовой «Фитопатология» и «Словарь-справочник по биологической защите растений от вредителей» С.С. Ижевского, там же в 2004 г. издан обновленный «Практикум по лесной энтомологии» Е.Г. Мозолева с соавторами. При поддержке проекта ФОРЕСТ Агентства США по международному развитию разработано и усилиями Агентства лесного хозяйства Российской Федерации МПР в 2004 г. издано 3 справочника из серии «Болезни и вредители леса в России».

Современный период труден для лесозащиты и всего лесного хозяйства в целом. Что ожидает нас после внедрения нового Лесного кодекса трудно предположить. Большие опасения вызывает отсутствие продуманной системы управления лесным хозяйством в новом Лесном кодексе. Передача управления лесным фондом в руки субъектов РФ увеличивает нашу тревогу, ведь это означает высокую степень зависимости принимаемых решений от их руководителей и властных структур, зачастую не обладающих комплексом необходимых профессиональных знаний. Боль-

шие трудности возникают с необходимостью обновления регламентирующих и методических документов по лесозащите. Некоторые из них составлены без должного участия специалистов и содержат ряд ошибочных положений, чреватых негативными последствиями. Остается лишь надеяться на здравомыслие, энтузиазм, преданность своему делу рядовых защитников леса, общественность и ученых, занимающихся вопросами сохранения лесов России.

В настоящее время актуальными остаются вопросы совершенствования правового и нормативного обеспечения лесозащиты и развитие теоретических основ, методологии и прикладных исследований по основным направлениям защиты леса, в том числе, разработка и применение спектра новых химических и биологических средств и технологий защиты леса от вредителей и болезней. Эти вопросы могут быть решены только с привлечением всего научного потенциала отраслевой, академической и вузовской науки и в особенности при её кооперации.

Успешным примером долговременной и плодотворной кооперации исследований является изучение комплекса дендрофильных насекомых и грибов — дендротрофов в лесах Карелии и разработка на этой основе предложений по организации системы лесопатологического мониторинга, которые осуществляются в течение многих лет Московским государственным университетом леса и Институтом леса КНЦ РАН.

В процессе совместных исследований решались следующие основные задачи:

- обоснование и выбор оптимальной системы расположения сети пунктов постоянного наблюдения на избранных в качестве полигонов территориях;
- подбор в целях проведения эффективного лесопатологического мониторинга объектов и процессов постоянного наблюдения, показателей для их характеристики и критериев для оценки их динамики;
- совершенствование методов оценки состояния эталонных лесов и испытывающих воздействия неблагоприятных факторов природного и антропогенного характера;
- выявление основных патологических факторов, влияющих на состояние лесных фитоценозов различного породного состава, возраста и происхождения;
- изучение видового состава ксилофильных насекомых и дереворазрушающих грибов и оценка их роли в развитии условно коренных и производных фитоценозов;
- изучение влияния антропогенного воздействия и промышленных эмиссий на видовой состав, структуру сообществ ксилофильных насекомых и грибов-дендротрофов, на характер распространения основных видов и степень причиняемого ими вреда;

- выделение объектов лесопатологического мониторинга из числа, с одной стороны — потенциально вредоносных видов, с другой — видов-индикаторов, уязвимых к антропогенной трансформации;

- создание информационной основы для системы лесопатологического мониторинга лесов Карелии;

- разработка рекомендаций по организации лесопатологического мониторинга в лесах Карелии и по системе принятия решений лесозащитного и природоохранного характера по поддержанию биологического разнообразия и устойчивости лесных экосистем и их компонентов;

- изучение и проверка возможностей и эффективности космических методов слежения за состоянием лесов и последствиями вспышки массового размножения короеда типографа 2003 — 2006 гг.

Совместные исследования выполнялись в различных районах Карелии на следующих объектах: заповедники «Кивач» и «Костомукшский», Национальные парки «Паанаярви», «Водлозерский» и «Калевальский», ландшафтный заказник «Толвоярви», Кашканский заказник девственных лиственных и темнохвойных лесов, пригородные леса г. Петрозаводска.

Таким образом, благодаря совместным исследованиям был заложен фундамент, на основе которого можно в дальнейшем развивать работы по организации системы лесопатологического мониторинга на территории Карелии.

РЕКРЕАЦИОННОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ; НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Л.П. Рысин

Институт лесоведения РАН

*143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское,
root@ilan.msk.ru*

Природные ландшафты, и особенно лесные, все чаще становятся местами отдыха — и индивидуального, и массового. Это обстоятельство стало одним из факторов риска для лесных экосистем — в лес, эволюционно не подготовленный к наплыву отдыхающих, приходит человек, неподготовленный к отдыху в лесу, зачастую экологически неграмотный. Следствием является ущерб, наносимый лесу — всем его компонентам без исключения. Эта проблема давно уже исследуется многими специалистами и в нашей стране, и за рубежом, и надо сказать, что в СССР исследования в этой области велись весьма интенсивно и эффективно.

Еще в 1976 году Гослесхозом СССР перед группой лесных институтов и опытных станций была поставлена задача обстоятельного изучения последствий рекреационного лесопользования и поиска путей к улучшению ситуации. Исследования проводились в самых различных регионах страны: от Прибалтики и Белоруссии до Дальнего Востока, от Карелии до Крыма и Кавказа. Общее руководство работой было поручено Лаборатории лесоведения АН СССР. Среди участников были лесные институты и лесные опытные станции России, Эстонии, Литвы, Латвии, Украины, Белоруссии, Грузии, Казахстана. С каждым годом число участников увеличивалось, расширялась география работ, более разнообразным становился круг решаемых вопросов. Ежегодно в разных республиках проводились рабочие совещания, а каждые 5 лет — всесоюзные конференции, в которых участвовали не только непосредственные исполнители, но и многие другие специалисты, также работающие в этой области. Совещания прошли в в 1981 г. в Бендерах (Молдавия), в 1982 г. — в Тарту (Эстония), в 1983 г. — в Минске, в 1984 г. — в Саласпилсе (Латвия), в 1985 г. — в Москве, в 1986 г. — в Паланге (Литва), в 1987 г. — в Сочи, в 1988 г. — в Алуште (Крым), в 1989 г. — во Львове (Украина), в 1990 г. — в Ленинграде. На каждое пятилетие ставились проблемы, которые мы считали первостепенными и которые коллективно разрабатывались. На рабочих совещаниях обсуждались результаты работы.

О масштабе исследований говорит, в частности, такой факт, что во Всесоюзном совещании, проведенном в 1985 г. в Москве, приняли участие свыше 200 представителей академических и отраслевых институтов,

высших учебных заведений, проектных организаций и т.д. Весьма представительным было и следующее Всесоюзное совещание, состоявшееся в 1990 г. в Ленинграде. В 1988 г. в Риге был проведен Международный симпозиум «Экологическая безопасность рекреационного лесопользования». Неоднократно публиковались сборники тезисов; были изданы совместно подготовленные монографические сводки «Рекреационное лесопользование в СССР» (1983) и «Оптимизация рекреационного лесопользования» (1990). Был разработан и утвержден Отраслевой стандарт «Использование лесов в рекреационных целях. Термины и определения».

В целом, для исследований этого десятилетнего периода характерны:

- широкий масштаб исследований;
- решение проблемных теоретических, методологических и прикладных вопросов, имеющих принципиальное значение;
- очевидная заинтересованность в исследованиях со стороны руководства лесным хозяйством страны (финансирование отраслевых институтов, участие представителей Гослесхоза СССР и республиканских министерств лесного хозяйства в совещаниях, периодическое обсуждение результатов работы на заседаниях коллегии Гослесхоза СССР).

Общими усилиями стало создаваться новое научное направление — «рекреационное лесоведение». Мы пришли к пониманию того, что происходит в лесных экосистемах под влиянием рекреации и что нужно делать для того, чтобы нейтрализовать или, по крайней мере, минимизировать последствия этого воздействия. Публикация многочисленных методических рекомендаций сочеталась с их применением на практике.

Изучение рекреационной изменчивости лесов в нашей стране началось с исследований в городских и подмосковных дубовых лесах, проведенных в 60-х годах Р.А. Карпионовой в то время — аспиранткой акад. В.Н. Сукачева. Для того, чтобы ориентироваться в состоянии дубняков и охарактеризовать степень их нарушенности, Р.А. Карпионова использовала пятистадийную схему пастбищной дигрессии, предложенную П.К. Фальковским. Впрочем намного ранее последнего (в начале прошлого столетия) сходный прием предложил А.А. Хитрово, который, изучая состояние дубовых лесов вблизи населенных пунктов, выделил следующие стадии их состояния: дубрава ненарушенная; дубрава, частично измененная частыми посещениями человека и пастьбой скота; дубрава, сильно нарушенная. Заметим, что принципиальной разницы между влиянием выпаса и воздействием рекреации нет; в обоих случаях уплотняются верхние горизонты почвы, разрушается подстилка, повреждаются и уничтожаются растения.

Многие авторы приняли подход, предложенный Р.А. Карпионовой; появилось большое число публикаций с описанием стадий дигрессий в различных типах и группах типов леса. При сохранении единого принципа — выделение стадий, соответствующих различным состояниям лесного биогеоценоза (экосистемы) и уровня его рекреационной нарушенности — неодинаковой была и остается степень дифференциации. Обычно выделяют от трех до пяти стадий, но нет единой точки зрения по поводу того, какую стадию следует считать критической для леса.

Большое число работ посвящено влиянию рекреации на лесную растительность. Механизм влияния рекреации на древостой многогранен. Во-первых, у деревьев повреждаются стволы и корни, что не только непосредственно нарушает жизнедеятельность этих органов, но и способствует развитию болезней и заселению деревьев вредителями. Второй причиной ухудшения состояния древостоев является уплотнение верхнего слоя почв, что влечет за собой изменение многих физических параметров, определяющих жизнедеятельность корневых систем. Древесные породы реагируют на уплотнение почвы неодинаково — в большей степени страдают те породы, у которых корневая система находится в верхних слоях почвы.

Влияние рекреационного лесопользования на лесовозобновительные процессы неоднозначно. На первых этапах появление отдыхающих в лесу может в известной степени активизировать эти процессы, поскольку редуют подлесок и травяно-кустарничковый покров, разрушается плотная подстилка, появляются участки минерализованной поверхности почвы, уменьшается затененность и т.д. Вытапывание разрушает моховой покров, который зачастую препятствует появлению и развитию всходов древесных пород. Но в дальнейшем последствия вытапывания и механические повреждения молодых древесных растений становятся столь значительными, что возможность удовлетворительного возобновления полностью исключается. Отрицательную роль играет и уплотнение верхних горизонтов почвы, в результате чего преобразуется корнеобитаемая сфера почвы (именно в верхних почвенных горизонтах сосредоточена основная масса корней подроста). От действия этих факторов подрост древесных пород страдает в значительно большей мере, чем взрослые деревья. Поэтому он сохраняется, в основном, в тех местах, которые удалены от дорожек и стоянок туристов. Впрочем, даже здесь большая часть подроста имеет механические повреждения. Оказывая влияние на интенсивность и характер лесовозобновления, рекреационное воздействие может направить динамику древостоя и экосистемы, в целом, по пути, отличному от естественного. Следует, однако, иметь в виду, что отсутствие подроста под пологом леса вовсе не обязательно связывать с присутствием

человека — очень часто причина лежит в самой экосистеме, которая не «запрограммирована» на самовоспроизводство.

Кустарники страдают и от механических повреждений, и от уплотнения почвы. Зимой низкорослые кустарники и молодые особи повреждаются лыжниками. Единственный способ сохранения подлеска — продуманная организация территории, создание сети удобных для перемещения дорожек и тропинок и контроль за их состоянием. Ни в коем образом не следует вырубать кустарники для «улучшения обзора», как это нередко практикуется. Роль кустарников в лесу очень велика. Они не только являются важным структурным компонентом многих лесных экосистем, но и имеют большое защитное значение для лесной фауны и для сообществ, в целом, поскольку сдерживают проникновение рекреантов в лес. Сохранить этот ярус растительности гораздо проще и дешевле, чем воссоздать его.

Визуальное определение степени рекреантной нарушенности лесных сообществ основывается, в первую очередь, на характере растительности нижних ярусов. Входящие в их состав виды растений по-разному реагируют на появление в лесу «человека отдыхающего». Одни виды сравнительно быстро исчезают даже при относительно небольшом рекреационном воздействии, другие удерживаются более продолжительное время, третьи не только не уменьшают своего обилия, но, напротив, значительно увеличивают его; четвертую группу составляют виды, которые ранее в лесу почти не встречались, но теперь все более активно в нем расселяются.

Можно выделить следующие основные факторы рекреантного воздействия на растения нижних ярусов.

1. Механические повреждения (вплоть до полного уничтожения) наземных органов растений, в том числе почек возобновления. Особенно страдают при этом растения с высокими сочными побегами и с почками возобновления, расположенными над поверхностью почвы или у самой ее поверхности. Относительно более устойчивыми оказываются виды с розеточным расположением листьев, невысокими упругими побегами, с хорошо защищенными почками возобновления.

2. Изменение физических параметров почвы (влажности, аэрированности, плотности, температурного режима и др.), в результате чего нарушается

3. жизнедеятельность подземных органов, особенно, если они сосредоточены в верхних слоях почвы.

4. Обрывание наземных побегов и выкапывание растений, от чего особенно страдают декоративные виды.

5. Сбор ягод, заготовка пищевого или лекарственного сырья.

Реакция растений зависит, с одной стороны, от интенсивности и длительности рекреационного давления, а с другой — от их эколого-биологических особенностей. Ряд авторов пытался определить степень устойчивости растений, применяя дозированные нагрузки — по зафиксированным на местности площадкам или трансектам делалось определенное число «проходов». Одновременно выявлялась степень уплотнения почвы на разной глубине. Такого рода исследования проводились в разных типах леса, в различных условиях местообитания. Результаты позволяют связать причину (выраженную количественно величину рекреационного давления) и следствие (состояние и поведение растений). Но сами по себе такие наблюдения не могут вскрыть механизм этой связи; нужно глубокое и разностороннее знание свойств и особенностей растений и прежде всего — морфоструктуры органов как наземных, так и подземных, их толерантности к физическому воздействию и прочим антропогенным факторам, характера размножения. Можно сказать, что у каждого вида вырабатывается своя стратегия поведения по отношению к рекреационному воздействию.

Очень уязвим живой напочвенный покров, причем на него влияет не только рекреация. На урбанизированных территориях одновременно действуют несколько факторов. С одной стороны, физически уничтожаются местообитания и сами растения. Лесные виды мохообразных нередко сохраняются на стволах деревьев. Нужно иметь в виду и ту огромную отрицательную роль, которую, особенно по отношению к лишайникам, играет загрязнение атмосферы как общее, так и локальное: на территории большого промышленного города всегда находится множество источников такого загрязнения. Исчезновение многих видов связано именно с этим фактором.

Еще в начале 60-х годов в нескольких парках и лесопарках Москвы были проведены наблюдения за состоянием почв в местах рекреации. Было отмечено уплотнение верхних почвенных слоев, ведущее к изменению структуры почвы, а в связи с этим — ее аэрированности и водного режима. Тогда же было установлено, что изменение объемного веса почвы влияет на состояние древесных пород: дуба, сосны, липы, березы, тополя. Было показано, что по мере трансформации почвенных условий меняется и характер травяного покрова. С тех пор исследования рекреационной изменчивости почвенного покрова проводились в разных географических районах и в самых различных экологических условиях, что позволило накопить весьма полную и емкую информацию.

Прежде всего меняется морфологическое строение подстилки. На ранних стадиях она уплотняется и измельчается, уменьшаются ее мощность и запас, изменяется соотношение подгоризонтов. В дальнейшем выпада-

ют ферментативный и гумусовый подгоризонты, органический материал вдавливаются в верхний слой органно-минерального горизонта (Бганцова, Бганцов, Соколов, 1986). Опад быстрее разлагается и минерализуется.

В результате вытаптывания, особенно — интенсивного, происходит уплотнение верхнего слоя почвы. Глубина уплотнения зависит и от почвы, и от интенсивности и длительности вытаптывания, но естественно, что особенно сильно уплотняется верхний десятисантиметровый слой. Возрастает твердость почвы. Наиболее существенно меняется гумусо-аккумулятивный горизонт; его мощность уменьшается. Агрегаты этого горизонта отчасти деформируются, почвенная масса приобретает слоеватое сложение. В значительно меньшей степени меняется мощность подзолистого горизонта, но в нем также происходит уплотнение почвенного материала. Резко уменьшается общая порозность, главным образом, за счет крупных пустот, играющих важную роль в перемещении почвенной влаги и в распространении корней. Исчезновение крупных пустот ухудшает условия для формирования корневых систем и обеспечения корней кислородом. Активируются анаэробные процессы, способствующие образованию низкомолекулярных органических соединений; уменьшается содержание муллевого гумуса.

Изменение порозности почвы при ее уплотнении меняет воздушно-водный режим. Уменьшается влагоемкость. Поступление влаги сверх капиллярной влагоемкости вызывает ее избыточное накопление. Почва вообще может стать практически влагонепроницаемой. Под влиянием рекреационных нагрузок уменьшается содержание гумуса, хотя на начальных стадиях дигрессии оно может несколько увеличиться за счет вдавливания органического материала в гумусовый горизонт. Снижается содержание различных форм азота, причем эти изменения могут быть весьма существенными и вместе с тем глубоко (до полуметра) идущими.

Изменение почвы под влиянием рекреации не может не затрагивать почвенную микрофлору. На вытаптываемых участках леса меняется структура комплексов почвенных микроскопических грибов. На тропях на порядок уменьшается их численность грибов, снижается видовое разнообразие. Уничтожение части растений, уменьшение массы опада и подстилки, уплотнение почвы — все это вызывает уменьшение численности неспорообразующих бактерий и снижение интенсивности процессов аммонификации и разложения клетчатки. В целом, деятельность почвенных микроорганизмов находится в обратной зависимости от сохранности леса до тех пор, пока не изредится древостой и не начнет формироваться злаково-разнотравный покров.

Очень чутко реагирует на антропогенное воздействие и существенно перестраивается почвенная альгофлора; меняются ее видовой состав, со-

отношение между отдельными группами водорослей, величины биомассы и т. д. У разных видов чувствительность к рекреационному воздействию неодинакова, и поэтому водоросли можно использовать как биоиндикатор.

Животный мир в условиях рекреационного лесопользования является весьма уязвимым компонентом лесных экосистем, поскольку испытывает влияние многих факторов не только прямого, но и опосредованного воздействия. Сохранение его важно не только с позиций поддержания устойчивости сообществ, но и ради их привлекательности для отдыхающих. Но сохранить животный мир в его «первозданном виде» в местах рекреации, даже умеренной, конечно, невозможно. Действуют факторы беспокойства (пусть и неумышленного), вытаптывания, изменения кормовой базы, динамики состава фауны, в том числе — за счет увеличения численности синантропных видов, которые часто являются сильными конкурентами.

Обстоятельно исследовано влияние рекреации на почвенное население; доказано, что комплексы почвенных беспозвоночных также могут быть индикаторами степени рекреационной нарушенности леса. Под влиянием рекреационного давления снижается плотность микро- и мезофауны; в первую очередь, это явление наблюдается у многоножек и дождевых червей. У последних одновременно меняется соотношение жизненных форм. Влиянию рекреации в наибольшей мере подвержены подстилочные формы, поскольку подстилка в результате вытаптывания повреждается и уничтожается особенно быстро. Усиливается роль открыто живущих и эврибионтных форм. Могут появиться новые виды, характерные для открытых пространств и рудеральных сообществ.

Фактор риска, который постоянно грозит лесам, ставшим местами отдыха населения, и огромная социальная значимость этих лесов побуждает организовать постоянно действующую систему наблюдений за их состоянием — так называемый мониторинг. С одной стороны, он осуществляется путем анализа материалов лесоустройства, располагающего информацией о породном составе и возрастной структуре лесов, их количественном и качественном состоянии, а с другой — наблюдениями на постоянных пробных площадях, позволяющими оперативно и разносторонне исследовать механизмы происходящих изменений. Эти наблюдения должны проводиться не только в местах, испытывающих антропогенное (в том числе и рекреационное) воздействие, но и на территориях, где это влияние минимально или вообще отсутствует.

Методика мониторинга в лесах рекреационного назначения разработана. Организация его строится на лесотипологической основе (охватывается возможно большее число различных типов леса) с учетом интенсивно-

сти и характера рекреационного вмешательства. Особое внимание обращается на состояние растительности, поскольку она является прекрасным индикатором происходящих изменений. Е.Г. Мозолевской и ее сотрудниками детально разработана методика лесопатологического мониторинга древостоев.

Мы располагаем результатами многолетних наблюдений, проведенных нами в лесных экосистемах разных типов на территории Москвы и Подмосковья, в той или иной степени, затронутых рекреацией. Леса эти динамичны, но помимо факторов современных в происходящих сукцессиях очень большое значение имеет фактор исторический — характер лесопользования в последние десятилетия существенно изменился, и лесные сообщества зачастую постепенно восстанавливают свой первоначальный облик, когда-то радикально нарушенный человеком. Вот этот фактор крайне важно иметь в виду, разбираясь в сложных динамических процессах. В то же время многое остается неясным, поскольку лес сейчас живет в качественно иных условиях.

Сосновые леса, существование которых ранее поддерживалось выпасом скота, периодически повторявшимися пожарами (преимущественно, низовыми), а также выборочной рубкой широколиственных пород, в настоящее время замещаются другими лесами: на менее богатых — еловыми, а на более богатых — широколиственными, поскольку исключается возможность появления жизнеспособного соснового подроста. Рекреация является фактором, который убыстряет этот процесс.

Еловые леса в центральном регионе России повсеместно вырубались; их место заняли древостои другого породного состава, в основном, лиственные. Восстановительные процессы идут медленно, особенно на урбанизированных территориях в силу относительно малой устойчивости этой породы.

Леса с господством дуба постепенно сокращают свое распространение, но в течение еще нескольких десятилетий будут относительно устойчивыми (в отдельных случаях дуб даже способен заместить сосну), но там, где к дубу примешивается липа, следует ожидать смену дубняка липняком. При отсутствии липы естественный распад дубового древостоя, скорее всего, будет иметь следствием разрастание лещины, которая в настоящее время растет под пологом дуба, и формирование высокоствольных лещиников.

Березняки на территории Москвы и Подмосковья в большинстве случаев относительно молоды; в течение длительного времени они будут сохраняться даже в условиях интенсивного техногенного загрязнения и рекреационного стресса. Однако состояние березняков постепенно ухудшается; если под пологом березы растет липа, то есть все основания ожи-

дать, что со временем она заменит березу; на богатых и влажных почвах возможна замена березы на клен.

Массовое поражение осинников гнилевыми заболеваниями ставит их будущее под большое сомнение. Многие осинники настолько загущены, что в них под жизнеспособного подроста более ценных и устойчивых древесных пород. Можно предположить, что место осинников займут густые заросли лещины.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие общее состояние липняков несколько ухудшилось, на урбанизированных территориях они остаются наиболее устойчивыми и в подавляющем большинстве случаев сохраняют свои позиции. Там, где липа растет вместе с другими древесными породами, она постепенно замещает их в составе древостоев.

Еще раз напоминаем, что происходящие динамические процессы в лесных экосистемах имеют, в основном, эндоэкогенетический характер, то есть являются следствием естественного саморазвития леса; влияние рекреации накладывает на эти процессы определенный отпечаток, но в большинстве случаев не является определяющим.

К сожалению, распад СССР положил конец сотрудничеству сложившегося коллектива, хотя, конечно, исследования в этой области продолжались и в дальнейшем, в том числе и в Лаборатории лесоведения РАН (ныне — Институт лесоведения РАН). Важным стимулом для проведения работ стало принятие в 2003 г. программы РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами». С ее помощью круг исследований объем исследований был увеличен, полученные результаты были опубликованы в монографических сборниках «Мониторинг рекреационных лесов» (2003), «Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты» (2004) и «Динамика и устойчивость рекреационных лесов» (2006).

Современные проблемы рекреационного лесопользования нам представляются в следующем виде

До сих пор нет однозначного понимания термина «Рекреационные леса». Нужно четко различать собственно рекреационные леса, предназначенные для отдыха и соответствующим образом благоустроенные, а также леса, лишь частично выполняющие рекреационные функции, и леса хозяйственного назначения, которые служат местом отдыха во время собирания грибов и ягод, любительской охоты и, следовательно, в специализированном благоустройстве не нуждающиеся. Такое подразделение лесных земель позволяет направить силы и средства на определенные, относительно небольшие по площади участки, а не распылять их по лесной территории вообще. В собственно рекреационных лесах должны быть специфическими лесоустройство, режим пользования, охрана, веде-

ние хозяйства, позволяющее получать определенный доход от рекреантов, который по прошествии некоторого периода времени станет большим по сравнению с традиционным хозяйственным использованием леса (его вырубкой), поскольку будет не «разовым», а постоянным. В лесном фонде собственно рекреационные леса должны быть выделены в отдельную категорию.

Для рекреационного использования следует предназначать лесные территории с достаточно высоким рекреационным потенциалом — устойчивые по отношению к рекреационным нагрузкам и удобные для пользования. Рекреационный потенциал лесного ландшафта — это мера возможности выполнения последним рекреационных функций, обусловленная его природными свойствами и результатами деятельности человека.

Обязательным условием организации рекреационного лесопользования должно быть функциональное зонирование территории, предназначенной для отдыха. Территориальную организацию рекреационного лесопользования следует осуществлять с учетом природных особенностей ландшафта: рельефа, почвы, растительности, животного мира. Должны быть обязательно приняты во внимание эколого-биологические особенности основных лесобразующих пород, поскольку от них во многом зависит толерантность лесных насаждений к рекреационному воздействию.

При лесоустройстве рекреационных лесов характеристика таксационных выделов должна сопровождаться оценкой их рекреационных потенциалов по основным показателям (привлекательность, комфортность, устойчивость). Для рационального использования рекреационных лесных ресурсов в каждом субъекте Российской Федерации необходимо иметь кадастр рекреационных лесов, основанный на оценке их рекреационного потенциала.

Поскольку рекреационные леса находятся в условиях повышенного риска, то одним из важнейших условий их сохранения является организация лесного мониторинга, в том числе лесопатологического мониторинга (Лесной кодекс РФ, ст. 56) и мониторинга пожарной опасности (Лесной кодекс РФ, ст. 53).

Основой лесного мониторинга должны быть материалы лесоустройства, обеспечивающего регулярное поступление информации о лесах, их породном составе и структуре, количественном и качественном состоянии. Сопоставление материалов лесоустройства разных лет позволяет устанавливать происходящие изменения на территориях самых различных размеров. Но надо понять механизм этих изменений, вызывающие их причины; для этого ценнейший материал могут дать зафиксированные в натуре участки леса (ППП — постоянные пробные площади), на которых длительное время ведутся комплексные многоаспектные наблюдения.

Мониторинг рекреационных лесов должен охватывать и те лесные участки, которые сдаются в аренду для рекреационной деятельности частным лицам; его проведение за счет арендатора должно быть обязательным условием при заключении договора аренды.

Особого внимания заслуживает проблема создания лесных культур на урбанизированных территориях. Очевидно, что они должны весьма существенно отличаться от культур промышленного назначения. Во-первых, им придется выдерживать и техногенные, и рекреационную нагрузки, и, следовательно, обладать повышенной устойчивостью, а во-вторых, они должны быть достаточно привлекательны и комфортны. Явная непригодность для лесопарков традиционных типов лесных культур с рядовой посадкой и простыми схемами смешения компонентов несомненна; предпочтение должно отдаваться формированию насаждений с куртинно-полянкой структурой, где плотные группы деревьев и кустарников чередуются с небольшими полянами и прогалинами различной конфигурации.

Рекреационное обеднение природной флоры на урбанизированных территориях побуждает принять меры к возврату исчезнувших видов растений на места их прежнего обитания. Такие опыты проводились, в частности, в опытном Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН. Выяснилось, что реинтродукция растений может быть успешно осуществлена далеко не всегда. За период после их исчезновения из состава лесного сообщества сохраняются без видимых изменений почвенные условия, но качественно меняются фитоценоз и флора, складываются новые взаимоотношения между растениями, и интродуцируемые виды, как правило, отторгаются. Вероятно, в городских лесах и лесопарках будет проще создавать специализированные экспозиции декоративных дикорастущих видов, используя их для популяризации идей охраны растений и растительности.

До сих пор остаются нерешенными экономические аспекты рекреационного лесопользования, оно должно приносить постоянный и значительный доход. Возможными статьями дохода являются:

- аренда лесного участка для осуществления различных видов рекреационной деятельности:
- оплата мониторинга лесов на арендованных участках,
- предоставление различных услуг отдыхающим (средства передвижения — лошади, велосипеды и т.д., удобства для отдыха — палатки, места для автостоянок, площадки для организации и проведения пикников и т.д.),
- так называемый «экологический туризм» — организованное посещение туристами, в том числе зарубежными, красивых ненарушенных ландшафтов,

– торговая деятельность (научно-популярная литература о природе рекреационных объектов, о растительном и животном мире, фотоальбомы, наборы открыток, карты и планы, сувениры, продукты и т.д.).

– посещение охраняемых участков с редкими растениями, вольеров с животными.

Организация рационального оптимизированного рекреационного лесопользования должно опираться на научную основу — на результаты научных исследований механизмов взаимоотношений в системе «лес-человек отдыхающий», динамики лесных экосистем в условиях рекреационного воздействия. На первое место в рекреационных лесах должно быть поставлено сохранение природы, поддержание устойчивости лесных экосистем. Одновременно должна решаться другая задача — создание условий для полноценного отдыха, но без ущерба для природы.

С каждым годом потребности в лесных рекреационных ресурсах будут возрастать и по масштабам, и по интенсивности. На основании накопленного опыта и дополнительных исследований, с учетом положений нового Лесного кодекса Российской Федерации, целесообразно безотлагательно разработать систему конкретных действий для превращения рекреационного лесопользования в один из основных видов лесной индустрии в России. Нужна Программа «Рекреационное лесопользование в России» с соответствующей финансовой поддержкой Федерального агентства лесного хозяйства Министерства природных ресурсов России. Это обеспечит координацию усилий тех, кто продолжает работать в этой области. Рекреационное лесопользование — это не только издержки и потери; при правильной организации оно станет источником дохода.

ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Л.И. Савельева

Институт лесоведения РАН

143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское

dandylion_ds@mail.ru

Развитие лесной типологии до 1980 г. подробно описано в книге Л.П. Рысина «Лесная типология в СССР» (1982). В последние десятилетия отмечается резкий спад и интереса, и возможностей развития лесотипологических исследований по ряду причин (Рысин, Савельева, 2005). Данная работа является попыткой рассмотреть лесотипологические исследования в европейской части России в последние десятилетия. Можно остановиться на нескольких направлениях: это накопление лесотипологических характеристик новых территорий и лесных формаций; развитие теории — объема типа леса, ландшафтного подхода, совершенствование классификаций, составление кадастров; развитие лесной типологии в приложении к теории и практике сохранения биоразнообразия, особо охраняемых территорий, организации мониторинга и др.

Начало 90-х годов характеризовалось еще активной деятельностью: в 1983 г. прошла Всесоюзная конференция «Современные проблемы лесной типологии» в г. Львове, а в 1985 г. опубликован сборник материалов по результатам ее работы. В сборнике обсуждаются проблемы объема лесотипологических единиц, вопросы классификации лесов и лесорастительного районирования, географические аспекты типологии, вопросы количественной оценки типов леса, вопросы лесной типологии и лесохозяйственной практики и др.

В 1990 г. вышел сборник «Региональные кадастры типов леса», где публикуются основные положения по составлению региональных кадастров типов леса как систематизированных по определенной программе перечней типов леса с унифицированными характеристиками. В этой же работе приводятся примеры составления кадастров для Северо-Запада России (В.Н. Федорчук), Подмоскovie (Л.П. Рысин), принципы описания географически замещающих типов леса (С.А. Дыренков) и др.

В 1991 г. в Днепропетровске проводится Всесоюзная конференция «Лесная типология в кадастровой оценке лесных ресурсов», где обсуждаются и развиваются идеи составления кадастров: уточнение объема и форм, использование в кадастрах таксонов разного ранга (Е.М. Фильрозе), отражение возрастных и восстановительных связей (Е.П. Смолоно-

гов), использование ландшафтного подхода (С.А. Ильинская), представление в кадастрах эталонных биогеоценозов (Л.П. Рысин, Л.И. Савельева и др.), особенности кадастров типов леса урбанизированных территорий (А.К. Ибрагимов и др.). В 1993 г. состоялось рабочее совещание секции лесной типологии Научного совета РАН по проблемам леса, где были обсуждены исследования по различным лесотипологическим проблемам (Савельева, 1993).

Одно из широко развиваемых направлений исследований — изучение лесотипологической структуры территорий на ландшафтной основе, которое представляет собой развитие идей взаимодействия биогеоценозов в пространстве. С.А. Ильинской (1980) было развито представление о ландшафтном комплексе типов леса на примерах зоны хвойно-широколиственных лесов. Приведены перечни типов леса и их характеристики для эрозионно-холмисто-моренного елово-широколиственного комплекса, для волнисто-моренного широколиственного елового, для моренно-флювиогляциального и древнеаллювиального соснового и сосново-елового, для долинных сосновых и широколиственно-сосновых комплексов с выделением парагенетических рядов (элювиальный, болотный и др.).

Особенно подробно такие исследования проведены для северной и средней тайги Карелии, где определена структура более тридцати типов ландшафтов, доля разных типов леса, их характеристики (Волков, 1997; Громцев, 1993, 2000; Волков, Громцев и др., 1990; Волков, Громцев и др., 1995). Подробная ландшафтно-типологическая изученность территории позволяет выполнить анализ разнообразия лесных сообществ, оценить их важность в природоохранном отношении с выделением лесных биогеоценозов и эталонов коренных лесов (Громцев, 2003).

Получены новые данные о типах леса отдельных регионов страны. Охарактеризованы притундровые леса основных ландшафтов Архангельской, Мурманской областей и Республики Коми: типологическая структура, характеристики основных типов леса и групп ассоциаций ельников кустарничково-лишайниковых горных, вороничных, черничных, приручейно-травяных, долгомошных и др. (Цветков, Семенов, Цветков И., 2002). Дана типологическая структура сосновых и еловых лесов Западной Карелии (Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993). Подробный анализ ассоциаций северо-западного региона дан В.И. Василевичем, Т.В. Бибиковой с коллегами (1996—2004) в серии работ в «Ботаническом журнале» для еловых, широколиственных и мелколиственных лесов. Описаны несколько ассоциаций дубрав поймы реки Волхов и мелколиственных лесов в Новгородской области (Ликсакова, 2003, 2004).

Большой вклад внесли в развитие лесной типологии работы С.А. Дыренкова: опыт применения методов математической статистики при вы-

делении и исследовании типов леса (1984), монография «Структура и динамика таежных ельников» (1984). В настоящее время обобщены результаты исследований в северо-западном регионе В.Н.Федорчуком, В.Ю. Нешатаевым и М.Л. Кузнецовой в монографии «Лесные экосистемы северо-западных районов России» (2005). Рассмотрены вопросы классификации и динамики лесов для Ленинградской, Псковской, Новгородской областей и Республики Карелия. Обсуждаются классификационные единицы: выделение групп лесных земель по прошлому использованию (естественные и осушенные); класс земель по потенциальной лесной формации (еловые, сосновые и др.) с учетом дренажа; фитоценотическая группа БГЦ (черничная, кисличная — всего 15 групп); эдафические группы (13 — пески, суглинки и др.); серии типов леса — совокупности лесных биогеоценозов со сходными условиями местообитаний — 29; типы леса по преобладающим породам; коренные, условно-коренные (устойчивые и производные) и короткопроизводные, вырубki и гари. Обсуждается связь выделяемых единиц с единицами флористической классификации.

Опубликована книга «Леса Республики Коми» (1999) с подробной характеристикой типов сосняков, лиственничников, еловых, кедровых, пихтовых лесов (В.А. Мартыненко) и лиственных лесов (С.В. Дегтева). Для южной и средней тайги Республики Коми охарактеризованы лиственные леса, типы леса березовых, осиновых и сероольховых формаций, основные черты динамики, разработаны основы организации особо охраняемых природных территорий для лиственных лесов (Дегтева, 2002). Выделены таежные эталоны Европейского Северо-Востока для республики Коми с характеристикой типов леса (Непомилуева, Лашенкова, 1993). Расширяет представление о разнообразии лесов и издание последних лет «Девственные леса Коми» (2005), где показаны малонарушенные лесные ландшафты. Типологический состав и разнообразие коренных еловых лесов дано в коллективной работе «Коренные еловые леса Севера», где описаны типы леса по зонам с таксационными характеристиками, данными по подросту, структуре древостоев, почвенными описаниями (Бобкова и др., 2006).

Получили дальнейшее развитие научные основы и методика лесотипологических исследований в рамках школы Б.П. Колесникова. Разработана многомерная система взаимосвязанных и соподчиненных показателей экотопов и растительности для антропогенных лесов Башкирии: структура рельефа, зональные комплексы типов леса, группы типов водного режима и типы местоположений — экватопы, флористические комплексы растительности и др. (Фильрозе, Рябчинский, Гладушко, Конашов, 1990).

Большой вклад в развитие теории лесной типологии и изучения типов внесли лесоводы и типологии Института лесоведения РАН (ранее Лаборатории лесоведения). Было разработано детальное лесорастительное районирование С.Ф. Курнаевым (1982) для областей Нечерноземного центра. В нем даны закономерности размещения формаций и типов леса для южной тайги, северной и южной полосы зоны смешанных лесов и подзоны теневых широколиственных лесов. Автором проведено разделение ельников и сосняков на субнеморальные и бореальные. В 1980 г. вышла книга С.Ф. Курнаева «Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала», где автор обосновывает целесообразность выделения среди широколиственных лесов двух категорий: теневых липовых лесов в лесной зоне и световых дубовых в степной. Для средней части Русской равнины выделяются и характеризуются типы леса трех формаций — чисто липовых, дубово-липовых и ясеневых-липовых, в Заволжье последние замещаются липняками с ильмом и кленом.

К.В. Зворыкиной, Ю.Д. Абатуровым и А.Ф. Ильющенко (1982) выделены и охарактеризованы типы березовых лесов центральной части южной тайги; рассматриваются группы типов леса березняков, производных от елово-сосновых и еловых лесов.

В 1985 г. Л.П. Рысин и Л.И. Савельева дали лесотипологическую характеристику лесных резерватов — особо охраняемых лесных территорий, организованных в Московской области, с учетом принадлежности их к физико-географическим районам, выделенным по Е.Д. Смирновой (1963). В работе дано также описание зональных, региональных и редких типов леса.

В 1991 г. опубликована работа А.Я. Орлова «Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге», где развиты идеи выделения лесотипологических единиц с учетом разных экологических рядов: выделены и охарактеризованы лесные биогеоценозы на суглинистых почвах (рамени) и на песчаных и супесчаных (боры и субори) с описанием экологических рядов атмосферного и проточного увлажнения. Дана лесоводственно-типологическая и экологическая характеристика более 20 групп типов леса.

В 1979-1993 гг. вышла серия книг, посвященная лесам ближнего Подмосковья, их типологическому разнообразию. Но каждая из этих работ внесла новые представления в теорию лесной типологии. Так, Л.П. Рысин (1979) предложил многомерную систему признаков для выделения лесорастительных условий и типов леса — коренных и производных. Таким образом подробно описаны леса для флювиогляциальных равнин, древнеаллювиальных равнин и речных террас, моренных равнин.

С.А. Ильинская с коллегами (1982) для лесов Западного Подмосковья использовала принципы выделения комплексов групп и типов леса зо-

нальных формаций, развила представление для них о жизненной форме биогеоценозов, эколого-фитоценотических группах растений. В работе по Южному Подмосквовью С.А. Ильинской с коллегами (1985) охарактеризован широколиственно-лесной комплекс формаций и обосновано выделение формаций дубрав: березовых дубрав на моренных равнинах, еловых дубрав в условиях холмистого и возвышенного рельефа, вязовых дубрав в долинных условиях с проявлениями карста.

С.П. Речан с коллегами (1993) развила представление о некоторых вопросах лесной типологии антропогенных лесов. Обсуждены категории естественности лесов, даны схемы возрастного развития лесов и соотношение объемов формаций и ассоциаций у разных авторов, а также соображения по возрастному развитию типов леса.

Ранее в 1981-1983 гг. опубликованы работы Г.А. Поляковой, Т.В. Малышевой и А.А. Флерова по антропогенному влиянию на сосновые и широколиственные леса Подмосквья. Разработаны признаки, индицирующие стадии дигрессии для почти 30 типов леса.

В 2000 г. Л.И. Савельевой опубликована характеристика типов хвойных лесов Подмосквья, построенная в рамках школы В.Н. Сукачева и проанализированная с применением понятий «циклов» В.С. Порфирьева; охарактеризовано 18 циклов и 60 типов леса.

В 2002 г. Л.П. Рысин и Л.И. Савельева опубликовали работу «Еловые леса России», где предпринята попытка подойти к созданию формационного кадастра еловых лесов. В этой же работе охарактеризован типологический статус видов еловых лесов. Обсуждены принципы составления формационных кадастров сосновых и еловых лесов: объем формации, причины лесотипологического разнообразия, редкие типы, кадастры как база для поиска особо ценных территорий (Савельева, 2006). Осуществляются наблюдения за динамикой сообществ разных типов леса на постоянных пробных площадях в Москве и Подмосквье, что позволяет глубже понимать типологическую структуру лесов (Маслов, 2000; Абатуров, Меланхолин, 2004; Савельева, 2004, 2006 и др.).

Проводятся лесотипологические работы в других регионах. Дана характеристика Брянского лесного массива по хозяйственным группам и типам леса, охарактеризовано 16 ландшафтов (Тихонов, 2001). Выполнено сравнительное описание типов леса и обзор типов леса, выделенных многими известными типологами и лесоведами, в Брянском лесном массиве на примере опытных лесничеств: характеристика 30 коренных типов леса и эталонных насаждений — сосняков, ельников, черноольшаников, березняков, дубняков, ясеневников (Тихонов, 2006).

Разработана типология елово-пихтовых и широколиственно-елово-пихтовых формаций Нижегородской области: выделены пихтарники

брусничные, кисличные, черничные, приручейно-травяные, пихтарники с дубравными элементами (Ненюков, 2001). Описано парцеллярное строение и внутриценотическая динамика ненарушенных пихто-ельников липовых (Широков, 1998). Для Нижегородского Поволжья описаны типы пойменных дубрав А.М. Невидомовым с коллегами (2000, 2002). Выделены три эколого-генетические ступени развития по местообитаниям поймы и соответствующие им типы леса. Обобщены типы леса и типы условий местопроизрастания Нижегородского Поволжья: состав, рельеф, почвы, подрост, подлесок, состав нижних ярусов, возобновление, производные насаждения, тип вырубки, способы рубок и восстановления для сосняков, ельников, дубрав, ольшаников, ивняков. Приведена структура, продуктивность и перечни типов леса южной части Приволжской возвышенности (Саратовская область) для разных условий местообитаний дубрав, сосняков, кленовых и липовых лесов, березняков и др. (Болдырев, 2006).

Получены новые данные по характеристике типов леса меловых боров лесостепной зоны на юге Русской равнины в Белгородской, Воронежской, Саратовской областях (Чернодубов, 1992, 1998). Меловые боры связаны с возвышенностями, с древними осадочными породами, где выделены основные типы леса — сосняк меловой сложный, меловой травяно-степной и меловой толокнянковый.

В.К. Поповым (2003) охарактеризованы типы березовых лесов центральной лесостепи России: коренные и производные березняки, возникшие на месте сосновых и дубовых лесов — зеленомошные, болотно-травяные, приручейно-травяные, сложные — 19 типов леса.

Опубликованы классификации тополевых, осоковых и пойменных дубовых лесов Волго-Ахтубинской поймы (Невидомов, 1993, 1995). Развиваются географо-генетические представления о типах леса с выделением типов лесорастительных условий и дигрессивных рядов на засоляющихся ранее почвах и рядов ксерофитизации на наименее плодородных почвах.

Расширяют представления о типологическом разнообразии лесов работы, публикующиеся в природоохранной литературе лесоведами и геоботаниками, не занимающимися специально лесотипологическими исследованиями и проблемами. Так, вышла «Зеленая книга Самарской области» (Саксонов и др., 2006). В ней включены сведения о распространении лесных сообществ, их экологическом ареале, фитоценотической характеристике. Выделены для охраны простые сосняки и сосняки с дубом и липой. В работе дан краткий очерк лесной растительности: сосновых лесов, дубовых, пойменных и байрачных по формациям и ассоциациям.

Необходимо особо отметить работы, касающиеся динамики лесной растительности и временного объема типов леса. Так, в работе С.Н. Сеннова (1984) развивается представление об изменениях типа леса как по внутренним причинам, так и под влиянием антропогенных факторов. Автором описана конвергенция за 50 лет сосняков зеленомошных и лишайниково-зеленомошных в сосняк брусничный; изменения в сосняках черничных, кисличных, ельниках.

С.П. Речан (1985, 1993) считает, что одному типу леса в связи с возрастными изменениями эдификатора соответствует несколько возрастных ассоциаций, для чего важно изучение этих ассоциаций, в том числе и флуктуационных изменений.

Подробно рассматривает эти вопросы В.С. Ипатов с коллегами в серии работ (1990—1998 гг.) на примере сосняка лишайниково-зеленомошного с выделением разных фаз сукцессий и переосмыслением временных лесотипологических единиц и разных фаз сукцессий, введением понятий стадий климакса (кульминации, разрушения и восстановления). Авторами приводится динамическая классификация сосново-еловых лесов на скалах и географическое варьирование сосняков лишайниково-зеленомошных на северо-западе России.

В.Н. Федорчук с коллегами (2005) динамические границы определяет совокупностью этапов сукцессионных и иных изменений биогеоценозов и считает важной задачей изучение степени устойчивости признаков ценозов.

Можно назвать ряд работ по динамической типологии леса, основоположником которой был И.С. Мелехов. В 1989 г. опубликован сборник «Динамическая типология леса»: рассмотрены вопросы динамической классификации лесных экосистем разных рангов и уровень хозяйственных решений (С.А. Дыренков); описания вырубок и начальных этапов растительности на месте среднетаежных ельников черничных (В.А. Аникеева); динамика сосновых лесов Унженской низменности (К.Д. Мухамедшин, В.И. Мальщук); сосняки Кольского полуострова и разные типы вырубок (В.Ф. Цветков) и др. Разрабатываются лесоводственно-географические аспекты типологии вырубок (Обыденников, Кожухов, 2000); уточняется типология и классификация растительности вырубок, проводится изучение динамики растительности и направление сукцессий (Уланова, 2006).

Необходимо отметить попытки поиска новых методических подходов к типологии и классификации лесов Европейской России. Л.Б. Заугольной и О.В. Морозовой (2006) предложена эколого-фитоценотическая классификация лесной растительности на доминантной основе. Проведено сравнение предложенных единиц с системой единиц Браун-Бланке на

примере лесов северной тайги. О.В. Смирновой с коллегами (2006) проведена типизация хорошо сохранившихся темнохвойных лесов республики Карелия, Республики Коми и Пермской области: разделение по географическому признаку, рельефу, доминантным и эколого-ценотическим группам с применением кластеризации и ординации, экологических характеристик. Описаны выделенные типы и дан анализ сукцессионного состояния по особенностям онтогенетической структуры, видовому разнообразию наличию окон, следов пожаров и др. Выделены сообщества разных типов и охарактеризованы как разные сукцессионные этапы.

Часть информации по лесотипологическому разнообразию лесов «рассыпана» в тезисах и материалах конференций, в краткой перечислительной форме, что не дает возможности включать их в анализ.

Школ и направлений в лесной типологии в прежнем понимании и объеме в настоящее время нет. Однако лесоводы и геоботаники Москвы, Петербурга, Петрозаводска, Архангельска, Н. Новгорода, Самары и др. в определенной мере продолжают пополнять лесотипологическую науку новыми знаниями.

Такие работы требуют координации особенно с учетом того, что осуществляются они не по лесотипологическим тематикам, а скорее по проблемам мониторинга, динамики, природоохранным исследованиям. Ощущается острый недостаток информации о современном состоянии растительного многообразия территорий. Таким же острым является и вопрос о подготовке специалистов по лесной типологии.

По-прежнему актуальна задача создания кадастров типов леса. Она трудно достижима, требует многостороннего анализа и многочисленных материалов. Но есть этапы для решения этой проблемы — составление перечня типов леса для включения материалов в кадастр, характеристики отдельных фрагментов, сбор подготовительных материалов. Это очень важные работы для нашего представления о разнообразии лесов на экосистемном уровне, которые могут решать и лесоводы, и геоботаники и специалисты в области охраны природы.

Список литературы:

- Абатуров Ю.Д., Зворыкина К.В., Ильющенко А.Ф. Типы березовых лесов центральной части южной тайги. М.: Наука, 1982. 156 с.
- Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмоскowie. Тула: Гриф и К, 2004. 336 с.
- Бибикова Т.В. Классификация осинового леса северо-запада России // Ботан. журн. 1998, Т. 83. № 3. С. 48-57.
- Бобкова К.С., Галенко Э.П., Загирова С.В., Сенькина С.Н., Тужилкина В.В. и др. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

- Болдырев В.А.* Структура и продуктивность лесов южной части Приволжской возвышенности // Лесоведение. 2006. № 6. С. 27—33.
- Василевич В.И.* Незаболоченные березовые леса северо-запада Европейской России // Ботан. журн. 1996. Т. 81. № 11. С. 1—13.
- Василевич В.И.* Заболоченные березовые леса северо-запада Европейской России // Ботан. журн. 1997. Т. 82. № 11. С. 19—29.
- Василевич В.И.* Сероольшатники Европейской России // Ботан. журн. 1998. Т. 83. С. 28—42.
- Василевич В.И.* Мелколиственные леса северо-запада Европейской России: циклы растительных ассоциаций // Ботан. журн. 2000. Т. 85. № 2. С. 46—53.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 1. Типы дубовых лесов. // Ботан. журн. 2001. Т. 86. № 7. С. 88—101.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 2. Типы липовых, кленовых, ясеневых и ильмовых лесов // Ботан. журн. 2002. Т. 87. № 2. С. 48.
- Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Сфагновые ельники Европейской России // Ботан. Журн. 2004. № 5. Т. 89. С. 734—748.
- Волков А.Д.* Методологические основы изучения лесных ландшафтов // Лесоведение. 1997. № 3. С. 3—11.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н.* Экосистемы ландшафтов Запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н., Коломыцев В.А., Курхинен Ю.П., Лак Г.Ц., Пыжгин А.Ф., Сазонов С.В., Шелехов А.М.* Экосистемы ландшафтов Запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Громцев А.Н.* Оценка разнообразия лесных сообществ // Разнообразие биоты Карелии: Условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 49—45.
- Громцев А.Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных основных лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 160 с.
- Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 142 с.
- Громцев А.Н.* Современное состояние и проблемы сохранения коренных лесов на западе таежной зоны России // Лесоведение. 2002. № 2. С. 3—7.
- Девственные леса Коми: памятник Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО.* М.: ООО ИПЦ «Дизайн», 2005. 352 с.
- Динамика хвойных лесов Подмосковья.* М.: Наука, 2000. 222 с.
- Динамическая типология леса.* М.: Агропромиздат, 1989. 219 с.
- Дыренков С.А.* Опыт применения методов математической статистики при выделении и исследовании типов леса // Лесоведение. 1984. № 2. С. 20—27.
- Заугольнова Л.Б., Морозова О.В.* Типология и классификация лесов Европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение. 2006. № 1. С. 34—48.
- Ильинская С.А.* Ландшафтные комплексы типов леса // Лесоведение. 1980. № 4. С. 20—28.
- Ипатов В.С.* Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 10. С. 1380—1387.

- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Сухие сосновые леса на песках как один тип леса // Ботан. журн. 1991. 76, № 6. С. 818—830.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Кирикова Л.А., Самойлов Ю.И., Трофимец В.И.* Автогенные сукцессии в сосняке лишайниково-зеленомошном. 1. Фитоцено-
тический анализ видового состава // Ботан. журн. 1995. № 9. Т. 80. С. 61—75.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Кирикова Л.А., Трофимец В.И.* П. Экотипическая
система ассоциаций // Ботан. журн. 1996. Т. 81. № 8. С. 23—35.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Географическое варьирование ти-
па леса: сосняк лишайниково-зеленомошный // Ботан. журн. 1997. Т. 82. № 4.
С. 19—30.
- Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И.* Динамическая классификация со-
сново-еловых лесов на скалах // Ботан. журн. 1998. Т. 83. № 2. С. 13—24.
- Курнаев С.Ф. Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала. М.:
Наука, 1980. 316 с.
- Леса Восточного Подмосковья. М.: Наука, 1979. 184 с.
- Леса Западного Подмосковья. М.: Наука, 1982. 236 с.
- Леса Республики Коми / Г.М. Козубов и др. М., 1999. 332 с.
- Леса Южного Подмосковья. М.: Наука, 1985. 280 с.
- Лесная типология в кадастровой оценке лесных ресурсов: Тезисы докладов Все-
союзной Конференции. Днепропетровск, Изд-во ДГУ, 1991. 156 с.
- Ликсакова Н.С.* Мелколиственные леса Чудовского района Новгородской области
// Ботан. журн. 2004. Т. 89. № 8. С. 1319—1342.
- Маслов А.А.* Динамика сосняков и ельников на территории заповедных лесных
участков // Динамика хвойных лесов Подмосковья. М.: Наука, 2000. С. 67—85.
- Невидомов А.М.* Генетическая классификация тополевых и ветловых лесов Волго-
Ахтубинской поймы // Лесоведение. 1993. № 5. С. 40—47.
- Невидомов А.М.* Типологическая классификация пойменных дубовых лесов на
юго-восточной границе ареала дуба черешчатого // Лесоведение. 1995. № 4.
С. 74—86.
- Невидомов А.М., Невидомова — Малаха Е.В., Ненюков С.О.* Типы пойменных
дубрав нижнего течения р. Оки // Лесной журнал. 2000. № 2. С. 22—30.
- Невидомов А.М., Невидомова — Малаха Е.В.* Ассоциации пойменных дубрав Ни-
жегородского Поволжья // Лесной журнал. 2002. № 2. С. 7—16.
- Ненюков С.О.* Оценка состояния и перспективы развития елово-пихтовых и ши-
роколиственно-елово-пихтовых лесов Нижегородского Заволжья. Автореф.
канд. дисс. Йошкар-Ола, 2001. 24 с.
- Непомилуева Н.Н., Лащенкова А.Н.* Таежные эталоны Европейского северо-восто-
ка (охраняемые территории и генетические резерваты). Сыктывкар: Коми НЦ
УрО РАН, 1993. 148 с.
- Носова Л.М., Зимин М.В., Клеопова Н.Ю., Зукерт Н.В., Тихонова Е.В.* География
и экология кисличных групп типов леса // Лесоведение. 2003. № 1. С. 21—28.
- Обыденников В.И., Кожухов Н.И.* Лесоводственно-географические аспекты типо-
логии вырубок // Лесной журнал. 2000. № 4. С. 135—142.
- Орлов А.Я.* Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге. М.: Нау-
ка, 1991. 104 с.
- Петухов Н.В., Невидомов А.М.* Современный этап применения лесной типологии
в лесоустройстве и его первоочередные задачи // Лесной журнал. 2005. № 3.
С. 42—58.

- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосковья. М.: Наука, 1981. 143 с.
- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосковья. М.: Наука, 1983. 120 с.
- Попов В.К. Березовые леса Центральной лесостепи России. Воронеж: Изд-во Воронеж. Гос. ун-та, 2003. 424 с.
- Региональные кадастры типов леса. М.: Наука, 1990. 137 с.
- Речан С.П., Малышева Т.В., Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Леса Северного Подмосковья. М., 1993. 314 с.
- Рысин Л.П. Лесная типология в СССР. М.: Наука, 1982. 216 с.
- Рысин Л.П. Тип экосистемы как элементарная единица в оценке биоразнообразия на экосистемном уровне // Экология. 1995. № 4. С. 259-262.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Лесные заповедные участки. М.: Агропромиздат, 1985. 168 с.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Биологическое разнообразие и лесная типология // Лесоведение. 2005. № 4. С. 31-39.
- Савельева Л.И. Сопоставление по лесной типологии // Лесоведение. 1994. № 2. С. 90—91.
- Савельева Л.И. Устойчивость лесных сообществ к рекреации // Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. С.38-73.
- Савельева Л.И. Толерантность лиственных лесов в условиях рекреационного природопользования // Динамика и устойчивость рекреационных лесов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 66-99.
- Савельева Л.И. Сохранение биоразнообразия и лесотипологические кадастры // Лесоведение. 2006. № 6. С. 12-19.
- Саксонов С.В., Лысенко Т.М. и др. Зеленая книга Самарской области: редкие и охраняемые растительные сообщества. Самара: СамНИЦ, 2006. 201 с.
- Сенов С.Н. Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 128 с.
- Смирнова Е.Д. Физико-географическое районирование Московской области // Землеведение. 1963. Вып. 6. С. 82-90.
- Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи современной биологии. 2006. Т. 126. № 1. С. 26—48.
- Современные проблемы лесной типологии. М.: Наука, 1985. 143 с.
- Тихонов А.С. Брянский лесной массив. Брянск: Читай-город, 2001. 311 с.
- Тихонов А.С. Брянское опытное лесничество: 1906-2006. Калуга: ИПЦ «Гриф», 2006. 280 с.
- Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельнике южной тайги (на примере Европейской части России). Автореф. докт. дисс. М., 2006. 46 с.
- Федорчук В.Н., Нешатаев В.Ю., Кузнецова М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб., 2005. 382 с.
- Фильрозе Е.М., Рябчинский А.Е., Гладушко Г.М., Конашов А.В. Экология лесов Западной Башкирии. Свердловск: УрО РАН СССР. 1990. 200 с.

- Цветков В.Ф., Семенов Б.А., Цветков И.В.* Старовозрастные притундровые леса Европейской части России // Лесоведение. 2002. № 5. С. 12—17.
- Чернодубов А.И.* Современное состояние «меловых боров» // Лесоведение, 1992. № 6. С. 78—80.
- Чернодубов А.И.* Сосна обыкновенная в островных борах Юга Русской равнины. Воронеж: ВПедГУ, 1998. 68 с.
- Широков А.И.* Экологические особенности, внутривидовая структура и динамика пихтово-ельников липовых в условиях южной тайги низменного Заволжья. Автореф. канд. дисс. Н. Новгород, 1998. 19 с.
- Юрковская Т.К., Паянская-Гвоздева И.И.* Широтная дифференциация растительности вдоль Российско-Финляндской границы // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 12. 72 с.

СТРУКТУРА МИКОЦЕНОЗОВ УСТОЙЧИВЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

В.Г. Стороженко

*Институт лесоведения РАН,
143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское
lesoved@mail.ru*

Длительная антропогенная эксплуатация лесных экосистем и выработавшееся с самого начала их использования потребительское к ним отношение наделили многие их природные качества антропоцентрическим содержанием, во многих случаях исказив эволюционный смысл связей и динамических процессов в формировании и распаде лесов. Особенно это стало заметно в последнее время, когда в поисках путей повышения экологического значения лесов стали возвращаться к истокам русской лесной науки и учениям наших великих предшественников Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачева и других. Именно тогда, на заре русской лесной науки, еще не закрепощенной политическими и экономическими шорами, родились и оформились основы понятий устойчивости (Морозов, 1928), «выработанности» лесов (Сукачев, 1918, 1928), климакса (Клементс, 1916). Именно в этот плодотворный для лесной науки период были выдвинуты, обоснованы и приняты лесным сообществом направления, на которых построена вся современная лесная наука — фитоценологии и биогеоценологии, сукцессионной динамики и типологии лесов. Лесная фитопатология и микология, развиваясь в общем русле лесной биогеоценологии, тем не менее значительно отставала в понимании того значения, которое имеют грибные сообщества в системе лесного биогеоценоза. Определенное В.Н. Сукачевым равноправное с фитоценозом место микоценоза в иерархической структуре биогеоценоза многими почему-то было отвергнуто как малозначительное. И в настоящее время многие ученые продолжают отстаивать, на наш взгляд, давно устаревшее, некорректное и ошибочное мнение о невозможности выделения в составе биогеоценоза других ценотических структур — микоценоза и зооценоза, принимая, однако, фитоценоз.

Между тем грибное сообщество по макротаксономическим характеристикам строения филемы органического мира (Кусакин, Дроздов, 1994, 1998 и др.), по анатомическим, морфологическим и функциональным параметрам структуры (Стороженко и др., 1992), по эволюционным задачам (Бондарцева, 2000, 2004; Мухин и др., 1993, 2000; Стороженко, 2000, 2005а, 2005б) рассматривается именно как ценотическая структура в составе биогеоценоза. И это положение вполне доказывает-

ся закономерностями поведения грибов в динамических процессах лесных биогеоценозов. Такие закономерности раскрываются при анализе коадаптационных связей эволюционно развивающихся девственных лесов. В свою очередь раскрытие этих закономерностей объясняет многие особенности поведения грибов в лесах других структур, возникновение грибных эпифитотий в лесах другого происхождения, причиняющих значительный урон лесному хозяйству, параметры микоценозов в лесах разного назначения, что при их практическом принятии может направить усилия лесоводов по верному пути при формировании устойчивых лесных сообществ.

Таким образом, базовой основой для изучения закономерностей формирования структур микоценозов в лесах различного происхождения, формационного состава и строения являются, по нашему убеждению, эволюционно развивающиеся, девственные коренные лесные сообщества различных динамических характеристик. Именно такие леса признаются наиболее устойчивыми к различным неблагоприятным эндогенным воздействиям. В формулировке Г.Ф. Морозова (1928) это сложное сообщество с оптимальным набором биосоциальных кругов — «тем сообщество лесное будет совершеннее, чем оно в большей степени использует всю географическую обстановку..., чем больше точек соприкосновения между членами одного сообщества, чем многообразнее их взаимные отношения, тем устойчивее такое сообщество в биологическом отношении, тем более обеспечено возобновление такого леса и тем легче он залечивает раны, причиняемые человеком или разными стихийными бедствиями, как, например, пожарами или нападением насекомых..., чем больше биосоциальных кругов входит в состав сообщества, взаимно влияя друг на друга, тем лесное сообщество будет более устойчиво». В формулировке В.Н. Сукачева (1918) это наиболее «выработанные» сообщества — «сообщество растений, представляя собой определенную систему отношений, выработавшуюся в течение веков, обладает известной устойчивостью, которая выражается в том, что сообщество сохраняет свой состав и строй в течение продолжительного времени... Эта устойчивость обусловлена способностью сообщества к самовозобновлению». В формулировке Ф. Клементса (1916) — это климаксовые сообщества. В дословном переводе — это «конечный этап смен растительности, продолжающийся в определенном ареале до тех пор, пока климат остается неизменным. Смена растительности, ведущая к конечному этапу, является приспособлением к изменяющимся условиям, а сам климакс соответствует условию относительной стабильности». Формулировки остальных авторов с разными вариациями повторяют или детализируют определения вышеприведенных основоположников.

Другим необходимым условием изучения закономерностей формирования структур устойчивых лесов является зональная масштабность исследований, проводимых по единым методикам. Только в сравнительной оценке процессов формирования структур фитоценозов и микоценозов возможно обнаружить и описать эволюционно сложившиеся консортивные связи, присущие в одинаковой степени лесам различных зон растительности и лесным формациям. Руководствуясь этими соображениями, мы осуществляем свои исследования в избранном направлении.

Краткая методика исследований

Исследования проводились в разновозрастных, не затронутых антропогенным воздействием, в таежной зоне преимущественно девственных лесах коренных формаций всех зон растительности — от зоны лесостепи до северной подзоны тайги. Основными районами сбора информации служили: в зоне лесостепи — коренные древостои с преобладанием дуба в Хоперском заповеднике и Теллермановском лесничестве Института лесоведения РАН и разновозрастные сосняки Хреновского лесхоз-техникума в Воронежской области; в зоне лиственных лесов — коренные широколиственные леса из липы, ясеня, клена, дуба, вяза Тульских засек в Тульской и Калужской областях; в зоне смешанных лесов и на границе смешанных лесов и подзоны южной тайги — еловые, сосновые, и смешанные с лиственными породами леса Московской и Тверской областей и девственные разновозрастные леса Центрально-лесного биосферного государственного заповедника (ЦЛБГЗ); в подзоне южной тайги — девственные древостои резервата Кологривский лес; в подзоне средней тайги — девственные ельники резервата «Вепсский лес» и сосняки резервата «Ащозерский» в Ленинградской области, девственные же сосняки и ельники национального парка «Водлозерский» в Карелии (южная часть) и Печоро-Илычского заповедника (Коми); в подзоне северной тайги — ельники Кандалакшского лесхоза Мурманской обл., ельники и сосняки национального парка «Пааноярви» (Карелия) и Архангельской области, ельники Усть-Цилемского лесхоза и национального парка «Югыд-Ва» Коми.

Таким образом, создана сеть объектов, охватывающая основные коренные формации лесов по зонам растительности. В каждом пункте наблюдений закладывались серии постоянных и временных пробных площадей, на которых проводился цикл исследований, включающий в себя следующий состав работ: перечет деревьев по категориям состояния по шкале, изложенной в «Санитарных правилах в лесах Российской Федерации» (1992) с фиксацией всех фаутов деревьев; нумерация деревьев и картирование их расположения на площади выделенного участка (пробной площади), величины пробных площадей варьировали: постоянных — от

0,2 до 0,6 га.; временных — от 0,01 до 0,25 га.; лесоводственно-таксационное описание древостоя; бурение всех деревьев возрастным буром Пресслера, начиная с диаметра 6 см. и выше, определение диаметров и возрастов деревьев по кернам; определение средних высот деревьев каждого яруса древостоя по валежным стволам; описание подроста разного качества и подсчет его количества на пробной площади; определение наличия и типа гнилей (коррозионные или деструктивные) по кернам бурения; определение видов биотрофных дереворазрушающих грибов возбудителей гнилей, если это было возможно в полевых условиях или отбор образцов гнилей для последующего выращивания чистых культур этих грибов и их идентификации по определителям чистых культур и собственным, пока не опубликованным данным; картирование и описание древесного опада с разделением его по стадиям разложения, с применением разработанной нами методики (Стороженко, 1990); определение видов и встречаемости дереворазрушающих грибов комплекса ксилотрофов на валеже. Всего было заложено более 500 постоянных и временных пробных площадей. Проведенные исследования позволили описать структуры фитоценозов, динамику их развития, положение в сукцессионном ряду, видовой состав, встречаемость и структуру комплексов биотрофов на живых деревьях и ксилотрофов на валеже, определить динамику накопления и разложения древесного опада. В совокупности эти исследования и позволяют выявить и описать искомые закономерности.

Основные результаты исследований

Если при поисках критериев устойчивости лесов принимать постулат о том, что в наибольшей степени этим качеством обладают коренные леса естественного происхождения различных динамических характеристик, то прежде всего необходимо изучить структуры фитоценозов, как автотрофной составляющей таких лесных сообществ, и на этой основе рассматривать структуры других ценологических структур, входящих в биогеоценоз. С помощью приведенных выше методик это было сделано.

Итак, ниже приводится набор лесоводственных критериев, выделенных нами, (но, естественно, далеко не всех вообще), по которым мы можем отнести лесные сообщества к устойчивым.

1. Соответствие состава лесного биогеоценоза условиям произрастания, коренному экотопу, то есть климату, геоморфологии местности, почвенным условиям (в понимании Braun-Blanquet, 1964).

2. Оптимальный по отношению к экотопу породный состав фитоценоза по всем биогоризонтам.

3. Сложность структурного строения фитоценоза: непрерывный возрастной ряд в возрастной структуре древостоя от последнего поколения

(подрост) до первого поколения (деревья предельного возраста для конкретных условий); соизмеримые величины объемов деревьев в возрастных поколениях; мозаичное или групповое размещение деревьев, относящихся к одному возрастному поколению, по площади биогеоценоза (мозаики возрастных поколений), что обеспечивает постоянную занятость площади биогеоценоза и поддерживает его разновозрастную структуру; присутствие и достаточное количество естественного возобновления коренных и сопутствующих пород разного возраста.

4. Соизмеримые по зонам растительности и формациям показатели состояния древостоев с некоторым ухудшением средних показателей к северным лесам и сообществам дигрессивных фаз динамики;

5. Обязательное присутствие определенного количества древесного опада разных стадий разложения. Причем, соотношения запасов древостоев с объемами древесного опада в биогеоценозах сравнимы по зонам растительности, а относительные величины объемов древесного опада, представляющие собой отношения объемов древесного опада к запасам древостоев и соответственно выделяемого при его разложении углерода, соизмеримы во всех зонах растительности. Колебания этих величин зависят только от фазы динамики биогеоценозов.

Изучение закономерностей формирования параметров грибной биоты, а в нашем случае комплексов дереворазрушающих грибов, устойчивых лесов в зонально-формационном аспекте позволило, во-первых, определить фактические количественные (закономерности распределения пораженности древостоев и объемные показатели гнилевого поражения древостоев) и качественные параметры (состав видов дереворазрушающих грибов, структуру и соотношение гнилей в лесах различных динамических структур) участия этой группы грибов в структурах устойчивых лесов; во-вторых, на этой основе сформулировать основные положения эволюционных функциональных задач грибной биоты в процессах формирования лесных сообществ различного происхождения, структурных характеристик и состояния.

В результате изучения коэволюционной динамики развития фито- и микоценозов устойчивых лесов определились следующие закономерности и функциональные особенности грибной биоты лесных сообществ.

1. Грибная биота — ценотическая структура лесного сообщества, обладающая морфологическим, экологическим и функциональным строением наряду с фитоценозом и формирующаяся вместе с ним по определенным законам совместной динамики развития.

2. Устойчивость растительного сообщества непосредственно связана со структурным строением микоценоза. Чем сложнее структурное строение биогеоценоза, чем многообразнее его функциональное строение, тем

сложнее и разнообразнее (в пределах оптимальности) по видовому и функциональному составу микоценоз и тем устойчивее это растительное сообщество.

3. Количественные параметры пораженности устойчивых лесных сообществ дереворазрушающими грибами имеют вполне определенные параметры, напрямую связанные с формационным составом, лесорастительной зоной, характеристиками экотопа, лесоводственными и динамическими показателями древостоев.

4. В устойчивых коренных лесах видовой состав грибов дереворазрушающего биотрофного комплекса сбалансирован по соотношению видов различной пищевой специализации. Общей для всех лесов закономерностью качественных характеристик комплексов биотрофных дереворазрушающих грибов явилось стремление к балансу возбудителей, вызывающих деструктивные и коррозионные гнили в древостоях климаксовых фаз динамики, то есть к I. С продвижением в область демутации или дигрессии этот баланс нарушается в сторону преобладания количества деревьев, пораженных одним или несколькими видами грибов, вызывающих коррозионные или деструктивные гнили. При увеличении доли деревьев с коррозионными гнилями в фазах демутации видовой состав возбудителей, вызывающих эти гнили, как правило, состоит из нескольких видов с преобладанием наиболее активных. С углублением в фазу дигрессии возрастает не только количество деревьев с присутствием деструктивных гнилей, но и общий видовой состав различных биотрофных дереворазрушающих грибов, во многих случаях с преобладанием возбудителей, вызывающих деструктивные гнили.

5. В коренных устойчивых разновозрастных лесах деревья, пораженные дереворазрушающими биотрофными грибами, независимо от величины общего поражения древостоя, относительно равномерно распределяются по площади сообщества. Очагового поражения древостоев и активизации распространения какого-то одного вида биотрофа в таких лесах нет.

Виды биотрофов, обладающих способностью к увеличению патогенности и агрессивности и как результат к очаговому распространению, не могут использовать эту способность и присутствуют в биогеоценозе как рядовые биотрофы, находясь в составе других дереворазрушителей биотрофного поля биогеоценоза.

6. В составе ксилотрофного комплекса дереворазрушающих грибов присутствует большая группа видов, проявляющих антагонистические свойства разной степени активности к патогенным видам биотрофов, в определённой степени осуществляющих контроль за их распространением по площади лесных сообществ в микогоризонтах подстилочного, корневого, комлевого и стволового слоёв микоценоза.

7. В целом, сбалансированный по видовому составу и пищевой специализации микоценоз устойчивых коренных лесов, в том числе комплексы дереворазрушающих грибов биотрофной и ксилотрофной групп, соответствует динамическим характеристикам биогеоценозов, имеет вполне определенную структуру и иерархическую подчиненность видов, осуществляя контроль за текущим отпадом нужного количества деревьев из состава древостоя.

На основе определенных закономерностей формирования грибной биоты девственных лесов в сравнительной оценке с лесами других структур и происхождения выдвинут ряд положений функционального участия грибной биоты в генезисе лесных сообществ. К таким положениям относятся следующие.

- Грибы, как гетеротрофная составляющая лесного биогеоценоза, выполняют основную, возложенную на них эволюцией природных экосистем, функцию утилизации отмирающей в результате их жизнедеятельности биомассы, поддерживая в конечном счете баланс вещества и энергии в лесных сообществах.

- Эта основная функция имеет закономерно сопровождающую её функцию деструкции строго определенной части автотрофов путем их поражения и отпада из состава фитоценозов.

- В свою очередь этот процесс сопровождается зеркально противоположной функцией формирования оптимальных структур фитоценозов для выстраивания в процессе сукцессионной динамики наиболее устойчивого лесного сообщества.

- Эти функции определяют грибную биоту как эндогенный, выработанный эволюцией регуляционный механизм, позволяющий двигаться лесному сообществу к состоянию наибольшей сбалансированности ценотических структур и связей. Добавим, однако, что это не единственный, но необходимый механизм, формирования структур биогеоценозов.

- Эти функции обеспечиваются многообразием коадаптационных связей автотрофов и отдельных видов грибов (от симбиотизма до облигатного сапрофитизма) и во многих случаях возможностью изменения этих свойств в зависимости от особенностей развития биогеоценозов.

Таким образом, анализ показателей участия грибов в динамике развития фитоценозов устойчивых лесов, выявленные закономерности их формирования и определенные на этой основе положения функционального участия грибной биоты в генезисе лесных сообществ позволили обосновать новое направление в лесной биогеоценологии — лесную микоценологию. Лесная микоценология — это отрасль лесной биогеоценологии, изучающая и объясняющая структурные особенности, закономерности функционирования и формирования микоценозов и комплексов грибов в лесных биогеоценозах.

Если суммировать перечисленные выше (далеко не все существующие в лесных биогеоценозах) критерии, определяющие устойчивое лесное сообщество, можно сформулировать итоговый вывод о том, что устойчивое лесное сообщество — это сообщество, в котором потоки вещества и энергии сбалансированы в консорциях и консортивных цепях, объединяющих все его ценоотические структуры, как автотрофов, так и гетеротрофов.

Литература

- Бондарцева М.А.* Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 9—25.
- Бондарцева М.А.* Адаптация к субстрату как один из факторов эволюции афиллофороидных грибов // Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 2. М.-Петрозаводск, 2004. С. 9—21.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. Ч. 1. СПб., 1994. 281 с.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. СПб., 1998. 358 с.
- Морозов Г.Ф.* Учение о лесе. М.-Л.: Госиздат, 1928. 440 с.
- Мухин В.А.* Экологические закономерности формирования и структуры биоты ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Автореф. дисс. ... доктора биол. наук. М., 1990. 32 с.
- Мухин В.А.* Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, Наука, 1993. 231 с.
- Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 1992. 18 с.
- Стороженко В.Г.* Датировка разложения валежа ели // Экология. 1990. № 6. С. 66—69.
- Стороженко В.Г., Бондарцева М.А., Соловьев В.А., Крутов В.И.* Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.
- Стороженко В.Г.* Стратегии и функции грибных сообществ лесных экосистем // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск, 2000. С. 37—42.
- Стороженко В.Г.* Понятия «больного» и «здорового» лесного сообщества // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 6-ой междунар. конф. М.-Петрозаводск, 2005а. С. 311-316.
- Стороженко В.Г.* Разделение лесов по грациям устойчивости. Методика и эксперимент // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 6-ой междунар. конф. М.-Петрозаводск, 2005б. С. 317—329.
- Сукачев В.Н.* О терминологии в учении о растительных сообществах // Журнал Русск. Ботан. общ. 1918. Т. 2. Т. 1-2. С. 1—19.
- Сукачев В.Н.* Растительные сообщества. (Введение в фитосоциологию) // М.-Л., Книга, 1928. 232 с.
- Clements F.E.* Plant succession. An analysis of the development of vegetation. Wash. (D.C.) Carnegie Inst. 1916. 242 p.
- Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. 3. Wien-N.Y. Springer, 1964. 865 p.

ВОПРОСЫ ПРИТУНДРОВОГО ЛЕСОВОДСТВА

В.Ф. Цветков

*Архангельский Государственный Технический Университет
163002, Архангельск, Наб. С. Двины, 17.
lesovod@agtu.ru*

Произошедшие в России в постсоветское время крутые геополитические перемены изменили многие стороны экономики и природопользования в стране. Россияне все явственней осознают себя по-настоящему северным этносом. Приходится пересматривать многие вопросы жизненной стратегии страны. В обществе крепнет убеждение, что экономика России будет «прирастать» не только Сибири, но и Севером.

Одним из значимых природных ресурсов Крайнего Севера России являются пространства притундровых лесов — полоса специфических ландшафтов, протянувшихся по северному «фасаду» страны. Это своеобразное природное явление, где в составе природных комплексов тундр, горно-тундровых образований и болот преобладающими оказываются различные экосистемы лесной растительности (см. схему).

Лесные земли здесь представлены несколькими типами таксонов, рядом групп и классов географических формаций (Ю.Д. Цинзерлинг, Б.Н. Городков, Б.А. Тихомиров, В.Б. Сочава, И.С. Ильина, Ю.П. Пармузин, Б.Н. Норин, А.П. Абаймов др.). Доминирующими являются совокупности собственно лесных образований, представленных в виде массивов мелколесий и среднелесий, распространенных как компактными обширными массивами, так и в виде лесных островов разных размеров и полос по долинам рек и межгорий (Предтундровые леса..., 1998). Представлены также редколесья верховых, переходных болот и предгорий, острова и полосы криволесий, экосистем кустарниковых и стланиковых классов формаций. Среди нелесных земель большое место занимают болота, тундры, гольцы и подгольцовые комплексы. Характерно, что только тундры в этом списке представляют явление подлинно зональное (географическое), в то время как остальные с позиций географии структурно весьма разнообразны.

Вследствие слабой изученности ландшафтов притундровой зоны (подзоны), пока нет четких представлений о территориальных параметрах и географическом статусе этого природного образования. Во всяком случае, полоса притундровых лесов климатозащитного назначения, выделенная в качестве специальной хозчасти по северной границе таежных пространств Государственного Лесного Фонда страны, составляет не более половины территорий, рассматриваемых многими учеными в виде специ-

фической притундровой подзоны тайги. Характеристики лесов этой хозяй­ части по материалам аэротаксации и частично — наземной инвентариза­ ции, в основном и представляют в официальных источниках подзону (зо­ ну) притундровых лесов. Понятно, что эти характеристики далеко не пол­ но отражает существо природно-территориального комплекса, именуемо­ го «притундровыми лесами» (Цветков, 1989).

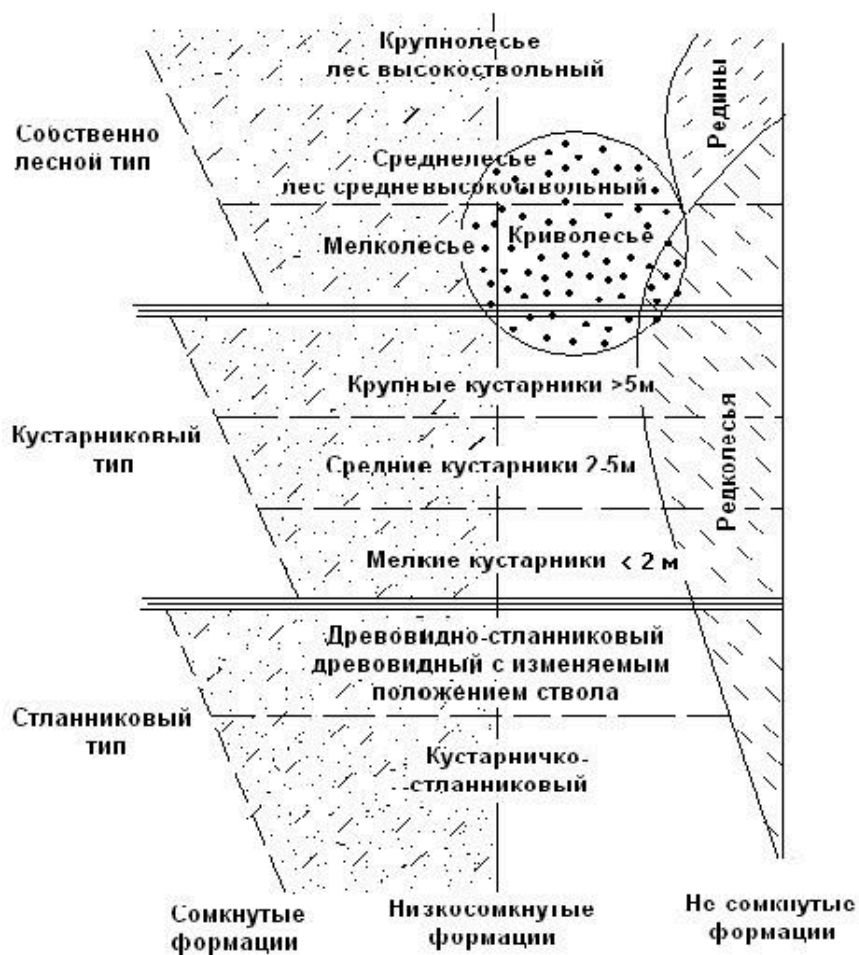


Рис. Формационно-габитуальная структура лесной растительности притундровой зоны (схема)

Помимо упомянутых пространств в географическое (геоботаническое) понятие «лесотундра», как известно, входит много земель, на которых лесная растительность также играет если не определяющую, то весьма значимую роль. На 35—45 % этих пространств биологический потенциал земель с преобладанием лесной растительности определяется как раз структурой и состоянием разных классов формаций лесной растительности.

Таблица 1

Структура земель притундровой защитной полосы европейской части России

Лесорастительная область	Общая площ., млн. га	Лесная площадь, %			Нелесная площадь, %					Итого
		лесная	не покрытая лесом	всего	воды	болота	тундры	прочие	всего	
Кольская	4,6	43,2	0,3	43,5	6,1	37,0	13,0	0,4	56,5	100
Восточноевропейская	16,8	45,0	1,1	46,1	2,1	27,3	21,4	3,1	53,9	100
Всего	21,4	44,6	0,9	45,5	3,0	29,4	19,6	2,5	54,5	100

К притундровым лесам целесообразно относить территории с представленностью в ландшафте лесных экосистем (включая редколесья, криволесья, кустарники и стланики) не ниже 35%. Исходим из того, что основными ландшафтоформирующими типами экосистем на пространствах зоны являются лесные, тундровые и болотные. Причем, на долю последних, как явления аazonального, почти повсеместно приходится не менее 30%.

Представления о структуре природно-территориальных комплексов, включенных в лесной фонд и не вошедших в него на примере Кольской лесорастительной области дают материалы таблицы 2.

Если в полосе притундровых лесов климатозащитного назначения (хозчасть бывшего Лесного Фонда) собственно леса, определяющие лесистость территории, занимают 39%, то за пределами хозчасти — 18%. Существенные различия в представленности не лесных земель. На них приходится: 30 и 45%, соответственно. По структуре других категорий лесных, также как и нелесных земель различия не существенны.

По представлениям биогеоценологов, геоботаников, притундровые леса — это своеобразный биом, эволюционно сформировавшийся на пространствах неустойчивого контакта природных комплексов тайги и тундры. Биогеографически и функционально это образование является специфическим экотонном — природным образованием переходного и интеграционно-дифференцирующего типа. Для экотона, согласно Д.И. Люри (1987), характерны барьерные (фильтрующе-дифференцирующие и одновременно — экогенети-

чески трансформирующие функции и свойства). С одной стороны, любой экотон, в т.ч. масштаба природной зоны, служит барьером, своеобразной мембраной на путях миграции живой материи по градиенту теплообеспеченности (свойственных всему живому). С другой стороны, часть мигрирующих в широтном направлении видов беспрепятственно проходит этот фильтр, но приобретает при этом новые свойства, позволяющие завоевывать в экосистемах более высоких широт устойчивые позиции. Часть же видов «уходит» бесследно, не преодолев барьера, часть, адаптируясь, остается в составе экосистем лесотундры, обогащает их биогеоценотическую структуру.

Таблица 2

Формационная структура земель лесного фонда на территориях притундровой зоны в пределах Кольской лесорастительной области, %

Лесистость территории по инвентаризации	Категории земель, являющихся лесными с позиций автора				Не лесная площадь	Категории земель нелесной площади	
	собственно лес	заболоченные редины	горные редколесья, криволесья	кустарники			
на землях Гослесфонда							
39	39	17	7	7	30	болота	40
						горн. тундры	23
						тундра	13
						гольцы	17
						воды	7
						итого	100
не вошедшие в Гослесфонд							
18	18	19	8	10	45	болота	38
						горная тундра	20
						тундра	19
						гольцы	15
						воды	8
						итого	100
по провинции в целом							
29	28	13	8	8	38	болота	39
						горн. тундры	21
						тундра	16
						гольцы	16
						воды	8
						итого	100

Структура и свойства лесных экосистем притундровой зоны отличаются рядом специфических черт. Прежде всего, на пространствах зоны оказывается весьма разнообразной ландшафтно-формационная структура

земель. Большое разнообразие вносит разработанность рельефа, наличие обширных горных стран и провинций.

Несмотря на известную бедность набора составляющих лесные ландшафты элементов, лесные экосистемы притундровой зоны довольно разнообразны. Разнообразие вносят прежде всего, выраженная детерминация главных свойств лесных образований условиями рельефа, тяготение к островному или полосному проявлению лесных экосистем в пространстве, усиливающееся в широтном направлении.

Определенную специфику лесам придает пониженная сомкнутость, вполне оправдывающая географические особенности дифференциации этих природных образований («редколесья», «осветленные леса», «низкосомкнутые леса» (А.И. Толмачев, Б.Н. Тихомиров, А.П. Шенников, В.Н. Андреев, Б.Н. Норин, О.Н. Мироненко и др.). Отметим, что последняя особенность существенно затушевывается особенностями структуры насаждений производных генераций, которые в южной части зоны по внешнему облику и структуре элементов близки к типичным северотаежным экосистемам.

Большинство исследователей указывают на такую особенность притундровых лесов, как выраженная разновозрастность древостоев в насаждениях коренного типа (В.Н. Валяев, Б.А. Семенов, С.В. Ярославцев, В.Г. Чертовской). Последняя проявляется в усилении признаков разновозрастности не только в фитоценозах темной хвойных, но и светлой хвойных формаций. Все сказанное убеждает в рассмотрении лесохозяйственного производства на землях Крайнего Севера на уровне географического варианта лесопользования.

На Кольском полуострове леса сложены сосной, елью и березой. Средний класс возраста древостоев на землях Гослесфонда VII.6, класс бонитета Va, полнота 0.45. К востоку от Белого моря леса характеризуются большим набором лесобразующих пород. Здесь появляются лиственничники; шире представлены осинники, ольшаники, ивняки. Однако, доля площадей с лесами трех последних пород не достигает 0,1...0,6% общей площади. Древостои высоковозрастны (средний класс возраста VIII.0); продуктивность (средний класс бонитета V.6) и полнота (в среднем 0.51) несколько выше, чем в притундровых лесах Кольской лесорастительной области.

Типологические комплексы на территории притундровой зоны по сравнению с тайгой характеризуются в целом не меньшим разнообразием. Связано это со сложностями орографии, с пересеченным, а иногда — гористым рельефом. Типологические, пространственно-формационные и структурно — таксономические закономерности лесного покрова пространств притундровой зоны могут быть отражены в виде нескольких

«срезов». Самостоятельные подходы образуют формационно — таксономическая систематизация и ландшафтно-топологическое упорядочение лесных земель. Отдельную систему участков лесной растительности образует биогеоценотическая иерархия экосистем по географическим районам провинций.

Так же, как и в условиях собственно тайги, типы леса образуют пространственные комплексы нескольких видов:

1. катены — экологически сопряженных последовательных рядов типов леса взаимосвязанных постепенными переходами, преимущественно одной формации преобладающих пород;

2. свиты (семейства) типов леса: коренных и сопровождающих их «шлейфов» производных типов БГЦ;

3. контуры разнообразных наборов самых разных сочетаний коренных и производных типов леса различных формаций преобладающих пород.

Большое разнообразие в типологические комплексы вносят включения в массивы леса не лесных участков (болот, тундр, гольцов), а также экосистем переходных классов формаций и их сочетаний (мелколесья, среднелесья, редколесья и т.п.).

Комплексы типа катен наиболее свойственны ландшафтам возвышенных равнин или невысоких возвышенностей, водораздельным пространствам. Типологические комплексы в виде семейств (свит) чаще распространены в районах с освоенными лесами, на территориях, пройденных рубками и пожарами. Обычно это леса, тяготеющие к транспортным путям, к рекам, к населенным пунктам. Распространенность комплексов третьего вида не имеет закономерной детерминации ни лесорастительными почвенно-гидрологическими условиями, ни формационной структурой растительности. Решающее значение имеет здесь условия рельефа и геологическая история

В полном соответствии с представлениями о географизме типов леса ландшафты разных типов и земли одноименных географических классов формаций лесной растительности в их пределах различаются типологической структурой лесов и их фитоценотическим содержанием. Ландшафтные свойства формационной структуры лесов притундровой зоны Кольского полуострова характеризуют следующие данные (таблица 3). Здесь наиболее распространенными оказались пять генетических типов ландшафтов:

- ледниковых всхолмленных и волнистых моренных в разной степени заболоченных, заозеренных и умеренно залесенных равнин с высотами 100—250 м;

- флювио-гляциальных холмистых и грядовых (камовых, озовых) отложений в сочетании с заозеренными полями залесенные, умеренно заболоченные и заозеренные с высотами 80—250 м;

- озерно-ледниковых равнин и полей озерных отложений умеренно заболоченных, залесенных и заозеренных с высотами 50—80 м;
- возвышенных увалистых и холмистых равнин в предгорьях и межгорьях с чехлом делювиальных отложений и пролювия с высотами 150—250 м;
- денудационно-тектонических возвышенностей и предгорных каменистых террас с высотами 100—350 м, в разной мере залесенных, слабо заболоченных и заозеренных.

Таблица 3

**Ландшафтно-формационная структура лесных экосистем полосы
климатозащитных лесов Кольской лесорастительной провинции**

Тип ландшафта	Лесистость, %	Географические формации лесной лесотундровой растительности, %%					Не лесные земли, %
		средне-лесья	мелко-лесья	редко-лесья	крово-лесья	кустарники, стланны	
1. Ледниковые моренные равнины	34	10	50	20	10	10	37
2. Флювиогляциальные равнины	30	10	55	15	20	—	29
3. Озерно-ледниковые равнины	33	15	45	20	15	10	33
4. Возвышенные делювиальные равнины	48	25	40	20	10	5	21
5. Денудационно-тектонические возвышенности.	22	5	50	15	20	10	46

Притундровые леса на Европейской части страны, также как и в азиатской ее части, различаются мерой хозяйственного освоения. Различия эти проявляются, как в разной общей вовлеченности территории в хозяйственный оборот, так и интенсивностью лесопользования (мерой и видами использования лесных ресурсов), способностью лесов сохранять устойчивость и самовозобновление. Прослеживается также неоднородность преобразованности экосистем деятельностью человека и обостренности связанных с этим экологических проблем. Повсеместно большей освоенностью земель на Европейской части зоны характеризуются территории прижелезнодорожных районов и районов в полосах крупных рек. Большое влияние на общую освоенность территорий оказывает развитие горнодобывающих, горно-перерабатывающих, нефте-газовой отраслей.

Большая часть земель, за пределами Гослесфонда сегодня находится «под приглядом» отрасли оленеводства, структурно входящей в неизбежное по многим параметрам и еще более многострадальное, чем лесное

хозяйство, сельскохозяйственное производство. Известно, что многие стороны использования лесотундровых территорий оленеводством не согласуются с представлениями о рациональности и вступают в противоречие с экологическими постулатами. Это противоречие может быть решено только на основе выверенных лесоведческих критериев оценки ситуаций. Без сомнения, лесоводы на этих землях распорядились бы более эффективно, чем аграрии — оленеводы, прежде всего — в интересах оленеводства. Рациональное хозяйствование на этих землях возможно только с участием специалистов лесоводственного, точнее — лесо-экологического профиля.

В силу известных причин притундровые леса долгое время не выделялись в особую экологическую категорию и наравне с собственно таежными несли весомую эксплуатационную нагрузку. Наибольший пресс лесозаготовок в доступных для эксплуатации районах пришелся на военные годы и на первое послевоенное десятилетие (Цветков и др., 1984). Несмотря на принятые Правительством ограничения, связанные с учреждением в 1959 году полосы притундровых лесов климатозащитного назначения, интенсивные рубки под различными предлогами продолжались и в последующие годы (Цветков и др., 1992; Абаимов и др., 1995). Высокую концентрацию лесосведения сдерживали лишь отсутствие транспортных путей, пересеченный рельеф и низкая концентрация сырья, делавшими лесозаготовки низкорентабельными. Вал лесосведения остановил лишь кризис 80-90, поразивший также и лесную промышленность.

Первостепенной задачей, императивом хозяйствования на этих пространствах является сохранение возможно больше лесных площадей в ненарушенном или мало нарушенном естественном состоянии, обеспечение естественного течения природных процессов.

Задачи лесохозяйственной деятельности на большей части территорий должны быть сбалансированы с интересами оленеводства, с хозяйственной деятельностью и бытом местного коренного населения — представителями малочисленных народов (олeneводство кочевое и оседлое, рыболовство, охота). Основными направлениями лесохозяйственной деятельности являются охрана лесов от пожаров, регулирование различных видов природопользования, отличающихся высоким риском дестабилизации экологической обстановки.

Охрана лесов должна осуществляться при широком применении авиационных методов. Целесообразно все притундровые леса включить в зону авиационной охраны.

На части территорий, освоенных промышленными производствами, с устоявшимися направлениями горнодобывающей, горно-перерабатывающей нефте- и газодобывающими отраслями необходим комплекс целевых

лесохозяйственных мер по компенсации выбывающей части лесных площадей из числа продуцирующих, а также по реабилитации нарушенных природных комплексов.

Рубки главного пользования не планируются. Расчет пользования не производится. Потребности местного населения в древесине удовлетворяются в основном за счет санитарных рубок, рубок обновления, перестройки, а также рубок ухода в молодняках, назначаемых по лесоводственным соображениям. Определенным резервом производства древесины могут служить также не планируемые прочие рубки.

В некоторых случаях оправдано с лесоводственными целями проведение сплошнолесосечных рубок в режиме рубок главного пользования. Практика подтверждает целесообразность использования таких мероприятий, как эффективного средства омоложения перестойных, утрачивающих защитные свойства ельников и сосняков и повышения их средоустойчивых функций. Не сплошные рубки здесь оказываются значительно менее эффективными.

Лесохозяйственным органам, следует изучить эту практику и вернуться к вопросу о сплошнолесосечных рубках на Крайнем Севере, не обязательно в порядке рубок главного пользования. Речь идет о строго регламентированных и ограниченных по объемам и месту производства рубках. Регламентации требуют выбор массивов леса, дифференцированный подход к типам леса, сезон производства работ, технология.

Лесовосстановление остается одним из приоритетов лесоводства. Главное его предназначение обеспечивать сохранение и преумножение покрытых лесом площадей, повышать продуктивность насаждений и эффективность их защитных функций. Генеральным направлением остается обеспечение самовозобновительных функций лесных экосистем, преимущественно без пребывания лесных земель в обезлесенном состоянии. Обеспечению успешного самовозобновления должны быть подчинены все лесохозяйственные мероприятия в лесах, в т.ч. и осуществляемые рубки.

Искусственное лесовосстановление имеет ограниченное применение, как в силу высокой затратности, так и по причине малого соответствия природе лесных экосистем. Создание лесных культур ограничивается участками пригородов, землями вблизи рабочих поселков, а также площадями нарушенных промышленностью земель, где лесовосстановление выполняет либо компенсационную, либо реабилитационную функции.

Лесное хозяйство на территории региона должно быть дифференцировано по следующим направлениям:

- консервационно-защитное — в лесах выполняющих однозначно защитные: климатозащитные, водоохранные и природоохранные функции.

Это территории, не затронутые хозяйственной деятельностью, удаленные от населенных пунктов и коммуникаций;

- реабилитационно-защитное — на землях, освоенных и в той или иной мере преобразованных человеком. Это земли традиционно используемые длительное время для нужд оленеводства (с устойчивым перевыпасом), испытывающие воздействие отраслей промышленности, тяготеющие к местам разработки недр. Леса здесь испытывают пресс хозяйственной деятельности. Имеют место обезлесивание, промышленное загрязнение ландшафтов и остаются высокими темпы отундровения земель. Здесь оправдано выделение хозяйств — аналогов лесохозяйственных частей зеленых зон, защитных леса вдоль дорог, запретных полос по берегам рек и моря).

- лесопарковое направление — на землях с массивами лесной растительности на землях пригородов и постоянно действующих поселков районов с развитой промышленностью. Леса здесь сильно деградированы, повреждены, трансформированы, но они необходимы для обеспечения санитарно-гигиенических и рекреационных функций.

В числе приоритетов лесохозяйственного значения остается создание на землях региона системы крупных особо охраняемых резерватов. На пространствах Восточно-Европейской области среди объектов, требующих особой сохранности, территории в среднем течении Поноя, реки Вороньи, Хибинский горно-лесной массив, бассейн Мезенской Пижмы, массивы краие северных долинных лесов на востоке региона.

Каждое из обозначенных направлений лесоводства должно развиваться по отдельным сценариям. Дифференциация лесохозяйственной деятельности должна осуществляться на основе ландшафтно-формационной и лесотипологической дифференциации земель.

Литература

- Абаимов А.П., Бондарев А.И. Эколого-географические особенности притундровых лесов Средней Сибири и организация хозяйства в них / [Текст] // Проблемы притундровых лесов Европейского Севера. Архангельск, 1995. С. 111—124.
- Ильина И.С. Опыт классификации растительности Обь-Иртышской тайги для целей геоботанического картографирования // Совещание по классификац. растительности: тезисы докладов. Л., 1972. С. 36—38.
- Люри Д.И. Экотон как объект геосистемного мониторинга / [Текст] // Биологический мониторинг лесных экосистем / Материалы междунар. школы-семинара в Вильнюсе. Инст-т Географии АН СССР. Каунас: Академия, 1987. С. 124—129.
- Пармузин Ю.П. Тунролесье СССР/ [Монография]. М: Мысль, 1979. 295 с.
- Предтундровые леса / [Монография]. Авторский коллектив В.Г. Чертовской, Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков, Е.П. Смолоногов, и др. М.: Агропромиздат, 1987. 168 с.

- Семенов Б.А.* Притундровые леса СССР/ [Текст] // Международный симпозиум «Северные леса, состояние, динамика использования». Ч. II. М., 1990. С. 173—187.
- Цветков В.Ф.* К концепции «Притундровые леса» / [Текст] // Материалы отчетной сессии по итогам НИР за 1988 год. Архангельск: АИЛиЛХ, 1989. С. 11—12.
- Цветков В.Ф.* Критерии устойчивого функционирования лесов на Крайнем Севере / [Текст] // Экологич. пробл. Европейского Севера: 2 междунаrodn. школа-семинар: Тез. докл. Архангельск. 1992. С. 99—101.
- Цветков В.Ф.* О ландшафтной и лесоводственно-географической структуре территорий притундровых лесов на Кольском полуострове/ [Текст] // Проблемы притундрового лесоводства. Сб. научн. трудов. Архангельск: АИЛиЛХ, 1995. С. 56—68.
- Цветков В.Ф., Семенов Б.А., Чертовской В.Г.* Современное состояние и характер антропогенных воздействий на притундровые леса / [Текст] // Матер. сесс. по итогам НИР за 1983. Архангельск: АИЛиЛХ, 1984. С. 92—94.

ПРЕЗЕНТАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ ИНСТИТУТА ЛЕСА КарНЦ РАН



ЛАБОРАТОРИЯ ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

А.Н. Громцев, А.В. Кравченко

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
gromtsev@krc.karelia.ru
kravchenko@krc.karelia.ru*

История создания. Начало ландшафтоведческих и природоохранных исследований в Институте леса было положено после образования в 1975 г. группы охраны природы (рук. к.б.н. К.А. Андреев, впоследствии засл. лесовод КАССР, засл. работник народного просвещения КАССР) и в 1976 г. — лаб. лесного ландшафтоведения (рук. к.с.-х.н. А.Д. Волков, впоследствии засл. лесовод РФ, засл. деятель науки КАССР, засл. лесовод КАССР). На протяжении всего периода исследования обеих лабораторий были тесно связаны. Однако работы проводились то раздельно, то в одной лаборатории. Названия лабораторий и при функционировании раздельно, и при объединении неоднократно менялись, в том числе в ранге сектора и группы. Подробно вся история природоохранных, лесоведческих и ландшафтно-экологических исследований в ИЛ с участием бывших и действующих сотрудников лаборатории представлена в сборнике «Академическая наука в Карелии 1946-2006» (2006, том 2, с. 94-153). В нынешнем виде лаборатория была создана в 1997 г. после объединения лаб. экологии лесных ландшафтов и лаб. охраны лесных экосистем.

Направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории проводят исследования по следующим направлениям:

- изучение структуры, спонтанной и антропогенной динамики биотических компонентов географических ландшафтов;
- выявление последствий антропогенной трансформации таежных экосистем;
- разработка методики оценки антропогенной трансформации таежных ландшафтов с использованием методов дистанционного зондирования;
- выявление разнообразия региональной биоты на уровне видов (сосудистые растения, млекопитающие, птицы), сообществ и ландшафтов;
- изучение экологических особенностей организмов и сообществ в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем, выявление редких и уязвимых видов и сообществ, нуждающихся в охране;
- разработка научных основ формирования системы ООПТ таежного региона, включая подготовку научных обоснований для создания новых ООПТ.

В Карелии работы в этом направлении начались в рамках комплексных исследований таежных ландшафтов в Институте леса Карельского научного центра РАН во второй половине 70-х гг. под руководством к.с.-х.н. А.Д. Волкова. Исследуемый регион является одним из самых репрезентативных в ландшафтном отношении в пределах таежных территорий Европы, поэтому может быть успешно использован в качестве модельного объекта для решения вышеперечисленных проблем.

Важнейшие результаты НИР. В основу исследований лаборатории была положена оригинальная классификация и карта ландшафтов, разработанные в конце 1970 гг. под руководством к.с.-х.н. А.Д. Волкова. Они совершенствовались и корректировались по мере инвентаризации территории в 1980—1990 гг. В этот период кроме сотрудников лаборатории в состав творческой группы входили специалисты по геоморфологии и почвоведению. Подведем итоги четвертьвекового периода ландшафтно-экологических, а также специализированных исследований флоры и фауны.

На ландшафтной основе проведены широкие исследования структуры, спонтанной и антропогенной динамики лесов. В результате установлено, что на таежных территориях кроме ландшафтных и субландшафтных нет других природных границ (рубежей), столь четко определяющих структуру и динамику лесного покрова на надбиогеоценозном уровне. На ландшафтной основе по зонально-типологическому принципу построен региональный кадастр лесных экосистем. Он характеризует структуру и динамику лесов 16 типов среднетаежного и 17 типов северотаежного ландшафта, включая спектр, количественное соотношение, производительность, территориальную компоновку и территориальную сопряженность типов биогеоценоза, в т.ч. на субландшафтных уровнях. Установлено, что территориальная сопряженность лесных сообществ различного таксономического ранга является важнейшим параметром структуры лесного покрова. Она обуславливает всю совокупность межэкосистемных, в т.ч. межбиогеоценозных связей. Эти связи обеспечивают интеграцию отдельных структурных частей лесного покрова и его существование как целого при спонтанном развитии и после антропогенных воздействий. Для каждого типа лесной экосистемы биогеоценотического и ландшафтного ранга определены разные количественные значения показателей территориальной сопряженности. Сформулировано представление о том, что лесообразовательный процесс в таежном ландшафте автономен, если не принимать во внимание глобальные колебания климата и процессы, связанные с расселением растений. До антропогенного воздействия в каждом ландшафте существовал специфичный вариант относительного динамического равновесия между фитоценозами с преобладанием той или

иной лесообразующей породы. Равновесие определялось комплексом абиотических условий, межэкосистемными связями и пожарным режимом. При относительной стабильности климата сукцессии в девственных лесах были цикличны. Период цикла и последовательность замещения одних древостоев другими, в том числе в местообитаниях одного типа, были обусловлены ландшафтным вариантом пожарного режима. Специфика пирогенных сукцессий определялась частотой, интенсивностью и особенностями распространения огня в ландшафте. Масштабы последствий антропогенной трансформации естественного строения лесного покрова предопределены ландшафтной структурой таежных регионов. Показано, что в одних типах ландшафта происходит глубокая трансформация лесов за счет кардинального изменения соотношения фитоценозов разного состава, в других оно существенно не изменяется, третьи в этом плане занимают различное промежуточное положение. Подробно описаны ландшафтные особенности различных стадий антропогенных сукцессий. Вариант сукцессии в конкретном эдафотопе в установленной мере определен его положением в лесных сообществах надбиогеоценозного ранга (ландшафта и субландшафтных структурных единиц). В таежных экосистемах уровня ландшафта-местности существует устоявшаяся или определенным образом трансформированная антропогенным фактором система межбиогеоценозных связей, взаимодействий и влияний. Они реализуются через обмен семенами, изменение площади и конфигурации контуров (в результате болотообразовательного процесса), пожарные режимы (обусловленные разной территориальной компоновкой водных, болотных и лесных экосистем) и др. В итоге доказано, что ландшафту присуща совокупность наиболее жестко детерминированных по спектру, количественному соотношению и территориальной компоновке сукцессионных рядов (в зависимости от субландшафтной структуры) — ландшафтный комплекс сукцессионных рядов. Он отражает динамическую организацию или порядок, согласованность, взаимодействия структурных частей лесного покрова как целого в процессе спонтанном развитии или антропогенной трансформации. Такое крупное целенаправленное исследование ландшафтных закономерностей структурно-динамической организации лесов с прикладной интерпретацией материалов в европейской части таежной зоны проведено впервые. Полученные данные позволяют обозначить новое направление в лесоведении — ландшафтную экологию лесов. Ландшафтный подход создает универсальную основу для экологических исследований и оптимизации всей системы многоцелевого лесопользования на таежных территориях (руководитель направления НИР — д.с.-х.н. А.Н. Громцев).

Впервые в таежной зоне на примере карельской части Восточной Финноскандии выявлены: 1) зональные топологически детерминированные особенности заболоченности на ландшафтном уровне организации экосистем; 2) распространение и типологическая структура заболоченных, болотных лесных и безлесных местообитаний; 3) зависимость степени заболоченности ландшафтов от их морфогенеза и особенностей гидрографической сети. Получены данные о влиянии флуктуаций современного климата на динамику лесо- и болотообразовательных процессов и о почвенно-фитоценологических процессах под воздействием горизонтального роста болот. Определена роль заболачивания в формировании фрагментации и разнообразия таежных комплексов. Предложены и обоснованы понятия о потенциальной энергии и потенциальной скорости процесса заболачивания. Разработана оригинальная методика определения потенциальной скорости заболачивания и модель горизонтального роста болот в зависимости от морфометрических параметров ландшафтов. Дан прогноз изменения заболоченности под влиянием естественного процесса заболачивания и гидроресомелиорации на примере модельной территории. Для выявления экологически целесообразной степени освоения и охраны болот и заболоченных лесов выполнено районирование Восточной Финноскандии (в границах РК) по степени и характеру заболоченности и потенциальной скорости горизонтального роста болот. В итоге установлено, что болотообразовательный процесс в тайге это зонально обусловленное явление. Воздействие основных макро-экологических факторов — рельефа и климата на болотообразовательный процесс заключается в том, что степень заболоченности таежной территории зависит от расчлененности рельефа. Ее характер или соотношение категорий заболоченных и болотных земель и потенциальная энергия заболачивания определяются морфогенезом ландшафтов, климатическими условиями подзон тайги и современными климатическими флуктуациями. Заболачивание в таежной зоне выступает в качестве ведущего современного естественного процесса. Оно обуславливает развитие экосистем и является основным экологическим системоформирующим фактором, определяющим фрагментацию лесного и почвенного покрова и разнообразие природных комплексов. Показано, что основным методом оценки процесса современного заболачивания в природных комплексах ландшафтного уровня организации экосистем должен являться расчет горизонтального роста болот. Он опирается на показатели средних значений вертикального прироста торфа и уклонов поверхностей незаболоченных территорий, определяющих потенциальную скорость заболачивания. Экологически обоснованные объемы освоения и мероприятия по охране болот и заболоченных лесов должны основываться на дифференцированной ландшафтно-экологи-

ческой оценке основных параметров болотообразовательного процесса (степени и характера заболоченности, потенциальной энергии и скорости заболачивания). Руководитель направления НИР — д.геогр.н. В.А. Коломывцев).

Появление в конце 20 века доступных для широкого круга исследователей компьютерных геоинформационных технологий и цифровых данных дистанционного зондирования позволило на основе карты-схемы создать геометрически корректную цифровую карту типов ландшафтов. Эта карта стала основой электронного атласа ландшафтов Карелии, разработка которого была начата в 2002 г. Электронный атлас представляет собой цифровую векторную карту уточненных границ ландшафтных контуров, интегрированную с различными качественными и количественными характеристиками каждого типа ландшафта. При создании атласа использовались следующие исходные данные: 1) космические сканерные снимки высокого разрешения (ряд сцен Landsat 7 и покрытие GeoCover-2000); 2) цифровые модели высот (DEM); 3) растровая карта лесов 1958 г. ; 4) растровая карта четвертичных отложений М 1:1000000. Все данные были приведены к единой картографической проекции (UTM-36 с использованием параметров эллипсоида WGS94). При проведении границ ландшафтных контуров использовался целый комплекс методов автоматизированной и ручной векторизации. В результате границы ландшафтных контуров уточнены и в ряде случаев изменены. Это позволило практически впервые выявить реальные границы ландшафтных контуров. Эти границы стали геометрически корректны, благодаря использованию в качестве карты-основы зарегистрированных в реальной системе координат космических сканерных снимков. После создания карты ландшафтных контуров были систематизированы данные, характеризующие типы ландшафтов по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям и созданы соответствующие базы данных. Подключение баз данных к векторной карте средствами ГИС-технологий позволило получать набор тематических карт районирования территории по любым параметрам, связанным с ландшафтно-экологическими характеристиками. В целом атлас представляет собой прототип полифункциональной ландшафтно-экологической геоинформационной системы. Она служит инструментом как для создания общей теории структурно-функциональной организации природных систем, так и для разработки региональной системы рационального природопользования. Таким образом, впервые в таежной зоне России создана геоинформационная система, в которой содержится пространственная информация о ландшафтной структуре большей части физико-географической области — Восточной Фенноскандии. Ей соответствует атрибутивная информация, позволяющая получать набор тематиче-

ских карт районирования территории по экологическим, ресурсным и хозяйственным критериям (руководитель направления НИР — к.с.-х. н. П.Ю. Литинский).

Дополнены и уточнены данные о флоре сосудистых растений Карелии. Всего к настоящему времени в республике зафиксировано 1558 видов (что в полтора раза больше по сравнению с предыдущими сводками), а с учетом микровидов, стабилизовавшихся гибридов, слабо обособленных географических и сезонных рас — 1748 таксонов. В течение последних 20 лет выявлено свыше 200 новых видов, преимущественно заносных и дичающих. В составе адвентивной фракции выделена оригинальная группа — колониохоры, состоящая из видов, занос которых был связан со строительством и функционированием сталинских лагерей. Изучено распространение сосудистых растений по всем 10 флористическим районам Карелии. Их число по районам колеблется в широких пределах — от 502 до 1078. Обнаружена тенденция снижения количества видов в районах по направлению с юга на север и с запада на восток. Впервые для всех видов дана оценка частоты встречаемости в каждом районе. Выявлены дифференциальные виды, определяющие флористическую специфику каждого района. Анализ состава видов во флористических районах подтвердил реальность существования такого важного рубежа, как граница между подзонами средней и северной тайги, установленного ранее с использованием геоботанических критериев. Применение методологии локальных флор (ЛФ) и методов сравнительной флористики позволило получить основные характеристики более 40 ЛФ. Установлено, что по составу головной части таксономического спектра и порядку расположения семейств пространственно удаленные ЛФ близки. В тоже время доля видов с южными связями и плюризональных постепенно уменьшается с юга на север, с северными связями, наоборот, возрастает. Доля бореальных видов максимальна в ЛФ средней Карелии, тогда как в южных и северных ЛФ существенно ниже. Выявлены основные тенденции изменения флоры под влиянием сплошных рубок леса, аграрного освоения, урбанизации. Установлено, что та или иная степень отрицательного влияния рубок леса отмечена для 40—50% видов. Среди гемерофобов преобладают теневыносливые виды (сциофиты), которых особенно много у орхидных, папоротникообразных и таёжного крупнотравья. Прослежена многолетняя динамика нескольких ЛФ на территориях, ранее пройденных рубками. Установлено, что аборигенный компонент отличается значительной консервативностью состава, тогда как адвентивная фракция, наоборот, отличается высокой лабильностью. Вырубка лесов приводит лишь к временному локальному исчезновению или заметному снижению встречаемости наиболее гемерофобных видов. Выявлены виды-индикато-

ры ненарушенных и условно ненарушенных лесов. Определены ключевые биотопы, играющие ведущую роль в сохранении разнообразия сосудистых растений, прежде всего, лесных. Показана важная роль децентрализованного лесосечного фонда, в том числе недорубов, в сохранении лесных гемерофобных видов растений. Недорубы на территориях, подверженных сплошным концентрированным рубкам, являются естественными рефугиумами для таких видов, которые расселяются из них на смежные территории по мере зарастания вырубков. Эти участки можно рассматривать как стихийно сформировавшуюся сеть неохраемых лесных микрорезерватов, играющих, наряду с охраняемыми природными территориями ведущую роль в сохранении многих редких и уязвимых видов растений. Определены основные пути флорогенеза на урбанизированных территориях и в агроландшафтах. Урбанофлоры в целом можно охарактеризовать как преобразованные флоры бореального типа, обогащенные чуждыми для таежной зоны элементами. В урбанофлорах около трети видов являются заносными, до половины аборигенных видов относятся к апофитам. Всего гемерофильными являются до 70% видов урбанофлор. Установлено, что по сравнению с региональной флорой в целом, в урбанофлорах снижена доля папоротникообразных, плаунов и однодольных, а в семейственно-видовом спектре возрастает роль термо- и ксерофильных и снижается роль гидрофильных семейств. Среди географических элементов ослабевают роль северных видов, при этом позиции видов широкого распространения (космополитов, плюризональных) возрастают. Адвентивная фракция урбанофлор по составу сближается с естественными флорами Средиземноморской области. В составе адвентивной фракции преобладают недавно и непреднамеренно занесенные на городские территории и не способные к натурализации виды (т.е. неофиты, ксенофиты и эфемерофиты). Адвентивная фракция отличается высокой лабильностью в связи с нерегулярностью и случайным характером заноса видов. Впервые изучена флора сельских поселений. Установлено, что флора агроландшафта сохраняет в основном присущие естественным ЛФ черты, однако по ряду параметров имеет более «южный» характер. В составе флоры агроландшафта велика роль видов лесной группы (до трети от общего количества), что отражает процессы забрасывания и зарастания лесом сельскохозяйственных земель. Среди адвентиков по времени заноса почти в равном соотношении представлены археофиты и неофиты. Это резко отличает флору агроландшафта от урбанофлор, в которых абсолютно преобладают неофиты. Адвентивная фракция флоры агроландшафта характеризуется слабо выраженной динамикой видового состава по годам, о чем свидетельствует высокая доля натурализовавшихся видов (эпекрифитов). В городах преобладают не способные к натурализации эфе-

мерофиты. Выявлена группа инвазивных видов, широко расселившихся в последние десятилетия и внедряющихся в естественные и близкие к естественным сообщества. Наиболее инвазибельными в условиях Карелии являются сообщества, подверженные значительным естественным колебаниям действия экологических факторов, в первую очередь, прибрежные и скальные, в значительно меньшей степени — испытывающие антропогенное влияние (рубки леса, рекреация). Инвазия видов в таежные зональные малонарушенные сообщества (хвойные леса, в т.ч. старовозрастные производные, болота) практически не происходит. Данные о распространении в регионе и биологии видов, а также восприимчивости их к воздействию различных антропогенных факторов были использованы при составлении готовящейся к изданию новой редакции Красной книги Карелии (руководитель направления НИР — к.б.н. А.В. Кравченко).

Впервые для Восточной Фенноскандии составлена обобщенная сводка по фундаментальным проблемам орнитогеографии и ландшафтной орнитологии. Теоретические вопросы происхождения и развития орнитофауны тайги, а также основные закономерности зонально-ландшафтного распределения фауны и населения птиц рассматриваются на обновленной методологической базе. Она включает следующие элементы: 1) точечное картирование ареалов, 2) использование метода локальных фаун (впервые в зоогеографии), 3) применение обновленной классификации фаунистических групп птиц и новой номенклатуры таксонов зоогеографического районирования, 4) внедрение принципов островной биогеографии, 5) использование карты лесных ландшафтов на типологической основе, 7) оперирование новой ценотической классификацией птиц по характеру реагирования на сплошные рубки лесов и т.д. В исторической части исследования сформулировано представление о природной ритмичности в развитии таежного биома и его орнитофауны на основе чередования ледниковых и межледниковых условий. Обосновано выделение двух крупных филоценогенетических комплексов птиц — виды гипоарктического и виды бореального пояса лесов, которые ранее были обозначены лишь предположительно. Выявлено размещение зональных и меридиональных орнитогеографических рубежей на территории Восточной Фенноскандии, уточнено деление запада евразийской тайги на орнитогеографические округа. Составлена обобщенная схема орнитологического зонально-ландшафтного районирования этого региона, впервые осуществлено ландшафтно-орнитологическое районирование Карелии. Выяснены основные направления изменений фауны и населения птиц таежных ландшафтов региона под воздействием сплошных рубок лесов, аграрного освоения и урбанизации территории, выявлена их географическая вариабельность. Для модельных территорий определены тенденции вековой динамики ор-

нитофауны, в том числе масштабы ооужнения фауны в количественном выражении. Впервые определена орнитологическая значимость сети ООПТ Карелии, даны оценки численности редких и уязвимых птиц. Выдвинуты предложения по обновлению списка птиц региональной Красной книги, разработаны рекомендации по организации фаунистического и геоэкологического мониторинга (руководитель направления НИР — к.б.н. С.В. Сазонов).

Установлено, что существует региональная (территориальная) специфика тенденций антропогенной трансформации ключевых показателей структуры местообитаний таежных животных в процессе лесозаэксплуатации. Эта специфика проявляется, например, при сравнении последствий (для животных) хозяйственного освоения территорий разных подзон тайги и лесорастительных районов, выделенных на ландшафтной основе. Более того, вторичная сукцессия биоценологических группировок мелких млекопитающих на вырубках имеет отчетливо выраженные особенности в зависимости от типа ландшафта, особенно при сравнении контрастных по структуре местообитаний типов. В процессе лесозаэксплуатации не только не происходит нивелировки различий между ландшафтами по структуре местообитаний животных, но в ряде случаев — даже их увеличение, благодаря включению в сукцессии новых видов растений и животных. Это оправдывает оптимистические прогнозы восстановления исходной структуры биота тайги после антропогенного воздействия — при условии соблюдения пределов ее интенсивности и ограничения влияния на вторичные сукцессии экосистем. В этой связи предпочтительно выглядит концепция «естественных лесов», которая предложена скандинавскими исследователями. Она фактически уже апробирована нами на примере обширных массивов северо-западной части таежной зоны России. Впрочем, установлено, что независимо от территориальной специфики существует предел трансформации лесного покрова, превышение которого вызывает катастрофические последствия для сообществ таежных животных и отдельных видов — таежных стенобионтов. По нашим данным, он составляет 10—15% представленности лесов в приблизительном возрасте более 100 лет. Особенно актуально это для территорий таежных коридоров Восточной Финляндии (термин и концепция предложены нами в 2000 г.). Они соединяют значительно трансформированные таежные леса Скандинавии с основными массивами тайги Евразии. Показано, что изучение структуры местообитаний и численности таежных видов животных и растений на территориях этих коридоров имеет как фундаментальное, так и прикладное значение, в том числе в международном аспекте (руководитель направления НИР — д.б.н. Ю.П. Курхинен).

Подробно проанализирована направленность и сила влияния антропогенного загрязнения природной среды на популяции млекопитающих и птиц Севера. Полученные данные интегрированы в общий объем знаний, отражающий основные направления исследований в этой области. Детально рассмотрен характер накопления поллютантов (тяжелые металлы и хлорорганические соединения) в органах и тканях охотничьих видов млекопитающих, морских млекопитающих, мышевидных грызунов, тетеревиных и чайковых птиц, обитателей как наземных (лесных), так и водных экосистем региона. Выявлены органы-мишени аккумуляции таких токсикантов, как ртуть, кадмий, свинец, ДДЕ, ДДТ, ПХБ. Проанализированы адаптивные механизмы, позволяющие как отдельным особям, так и популяциям в целом минимизировать стресс токсической нагрузки. Установлены половозрастные зависимости в характере аккумуляции токсикантов животными и влияние особенностей питания на степень загрязненности организма различными видами контаминантов. Определены виды животных, в максимальной степени отвечающие требованиям, предъявляемым к видам-биоиндикаторам, а также органы и ткани, наиболее информативные и подходящие для пробоотбора. Получены новые данные, подтверждающие существование единой организменной стратегии адаптации популяций птиц и млекопитающих Севера к техногенному загрязнению окружающей природной среды. Установлено, что на рубеже 20-21 столетий техногенное загрязнение природной среды по силе своего влияния на популяции птиц и млекопитающих Севера выходит в один ряд с такими традиционными видами антропогенного воздействия на животных, как влияние лесозаготовки, мелиорация земель, охота. Неоднозначность и крайняя гетерогенность этого влияния обуславливаются не столько характером самого загрязнения (разная степень загрязнения отдельных территорий региона, различные временные периоды воздействия, неодинаковый качественный спектр токсикантов, стохастичность их распределения как в абиотической среде, так и в популяциях животных), сколько реакциями биосистем на данный фактор на различных иерархических уровнях: организменном, популяционном, ценоотическом. Наличие целого ряда адаптивных механизмов на каждом из этих уровней позволяет популяциям млекопитающих и птиц в значительной степени компенсировать это негативное влияние, что помогает им сравнительно быстро и с минимальными потерями адаптироваться к новым экологическим условиям. Установленная в ходе проведенных исследований гетерогенность популяций птиц и млекопитающих Севера по степени загрязненности их ксенобиотиками, накапливаемыми различными субпопуляционными группами, объясняется, прежде всего, спецификой экологии выделяемых эколого-функциональных группировок. Следовательно, выявленные

закономерности носят общий характер и должны учитываться при экстраполяции процессов обмена токсичных веществ с организменного уровня на популяционный. Другой важный аспект результатов этого направления НИР, заключается в том, что на примере изучения влияния техногенного загрязнения на популяции млекопитающих и птиц подтверждена универсальность, многофункциональность общеэкологических законов уже не только в рамках аут- и синэкологии, биоценологии, но и в сфере действия популяционной экотоксикологии. Выявленная в ходе исследований гетерогенность популяций птиц и млекопитающих Севера по степени толерантности к тому или иному типу техногенного загрязнения подтверждает перспективность нового направления в экотоксикологии, использующего спектр ее мощных и точных методических средств в собственно популяционных исследованиях. При этом сами токсиканты (их качественный состав, наличие/отсутствие корреляционных связей, относительные токсические эквиваленты) используются в качестве биомаркеров принадлежности особей к той или иной популяции, субпопуляции либо эколого-функциональной группировке (руководитель направления НИР — д.б.н. Н.В. Медведев).

Практическое использование результатов НИР. Результаты исследований были реализованы при разработке различных видов районирования региона на ландшафтной основе (пакет из более чем 20 карт с объяснительными записками), в том числе с использованием средств космического зондирования и ГИС технологий). Эти и другие материалы являются базовыми данными и практическими рекомендациями по сбалансированному использованию многоресурсного потенциала природных комплексов, проектированию достаточной и репрезентативной сети охраняемых территорий, по проведению эколого-экономических экспертиз планов создания промышленных объектов на лесных землях и др. Только за последнее десятилетие они использованы в десятках проектах прикладного плана экологического и природоохранного профиля. Руководителями многих проектов являлись ведущие сотрудники лаборатории (см. статью «Межинститутские и международные проекты» данного сборника). В частности, создана концепция формирования системы ООПТ таежного региона на примере Карелии и совместно с другими специалистами КарНЦ РАН подготовлена целая серия научных обоснований национальных парков и ландшафтных заказников. Последним результатом явилось учреждение национального парка «Калевальский» (2006), инициатором создания и работу по обоснованию которого возглавляла лаборатория. Результаты НИР были широко использованы при подготовке Красной книги Карелии и Восточной Феноскандии.

Перспективы развития НИР. В последние годы исследования успешно развиваются в рамках грантов РФФИ и конкурсных проектов по программам ОБН и Президиума РАН. Тематика НИР лаборатории всегда востребована в различных профильных проектах прикладного плана, в том числе по российско-финляндской «Программе развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России», проектам ТАСИС, «Баренц-региона» и др. Ведется планомерная подготовка научных кадров. В настоящее время численность сотрудников лаборатории составляет 14 чел., в т.ч. 3 доктора, 6 кандидатов наук и 3 аспиранта. Почти половина штата лаборатории представлена молодыми специалистами.

Итоги исследований представлены в более чем 30 монографиях (включая коллективные), в целом ряде научно-методических материалов, научно-практических рекомендаций, сотнях статей в зарубежных, отечественных периодических и тематических изданиях. В настоящее время к печати готовятся еще несколько крупных монографий.

Список монографий

- Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия). Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 188 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н. и др.* Экосистемы ландшафтов северо-запада средней тайги (структура, динамика) Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н. и др.* Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.
- Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия) / Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 188 с.
- Волков А.Д.* Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 256 с
- Громцев А.Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 160 с.
- Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
- Коломыцев В.А.* Болотообразовательный процесс в среднетаежных ландшафтах Восточной Финноскандии. Петрозаводск, 1993. 172 с.
- Коломыцев В.А.* Географические особенности структуры и динамики заболоченности Восточной Финноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 184 с.
- Курхин Ю.П., Данилов П.И., Ивантер Э.В.* Млекопитающие и тетеревиные птицы Восточной Финноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

- Сазонов С.В.* Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии: Исторические и зонально-ландшафтные факторы формирования. М.: Наука, 2004. 391 с.
- Сазонов С.В.* Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Фенноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 116 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВЕДЕНИЯ И ЛЕСОВОДСТВА

В.И. Саковец

*Институт леса, Карельский научный центр РАН,
Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11.
e-mail: vladimir.sakovets@krc.karelia.ru*

История создания. Лаборатория сформирована в 1966 году и является преемником созданных в 1948 г. группы лесоводства при отделе леса Карело-Финской базы АН СССР и в 1957 г. и в 1957 г. — секторов лесоведения (к.б.н. Н.О. Соколов) и лесоводства (к.с.-х.н. Т.И. Кищенко) при Институте леса КФ АН СССР. В 1966–1984 годах ее возглавлял чл.-корр. ВАСХНИЛ, д.с.-х.н. Н.И. Казимиров, в 1984–1988 годах — засл. лесовод КАССР, д.с.-х.н. С.С. Зябченко, с 1988 года по настоящее время лабораторию возглавляет засл. работник лесного комплекса РК, д.с.-х.н. В.И. Саковец.

На момент создания основными задачами исследований лаборатории были:

- рационализация рубок главного пользования;
- выявление закономерностей роста и формирования древостоев под влиянием лесохозяйственных мероприятий (рубок, содействия естественному возобновлению, гидролесомелиорации, удобрений);
- разработка научных основ повышения продуктивности лесов.

У истоков карельской школы лесоводов стоял засл. деят. науки РСФСР, д.с.-х.н., проф. Н.Е. Декатов — заведующий лабораторией лесоводства ЛенНИИЛХ, давший путевку в науку многим карельским ученым-лесоведам.

В дальнейшем лесоводственное направление успешно развивалось его учениками: д.с.-х.н. Н.И. Казимировым, д.с.-х.н. С.С. Зябченко, к.с.-х.н. А.Д. Волковым. Весомый вклад в изучение лесоводственно-экологических последствий рубок главного и промежуточного пользования внесли д.с.-х.н. С.С. Зябченко, к.с.-х.н. В.А. Ананьев, к.с.-х.н. А.А. Иванчиков, к.с.-х.н. С.М. Синькевич. Развиваются болотоведческие и гидролесомелиоративные направления (д.с.-х.н. В.И. Саковец, к.с.-х.н. В.М. Медведева, к.с.-х.н. В.А. Ананьев, к.с.-х.н. В.Н. Гаврилов). Разработаны вопросы организации, теории и практики мониторинга коренных и производных лесов (д.с.-х.н. С.С. Зябченко и к.с.-х.н. В.В. Дьяконов). В лаборатории имеется лесоболотный стационар «Киндасово».

Современные направления НИР. В настоящее время сотрудниками лаборатории проводятся исследования по следующим направлениям:

- структурно-функциональная организация лесных экосистем;

- наземный мониторинг лесных экосистем;
- лесохозяйственные мероприятия и их экологическая и биосферная роль;
- изменение качества древесины под влиянием лесохозяйственных мероприятий.

Важнейшие результаты НИР. В период с 1957 по 1980 гг. под руководством Н.Е. Декатова изучалась эффективность сохранения подростa, разрабатывались способы рубок ухода (Т.И. Кищенко, Н.И. Казимиров), апробировался химический метод ухода в молодняках (И.А. Кузьмин). В конце 60-х — начале 70-х годов прошлого столетия начинаются исследования в области гидролесомелиорации (Г.Е. Пятецкий, В.М. Медведева). В тот же период изучаются особенности строения лесов (С.С. Зябченко, А.Д. Волков), проводятся экспериментальные работы по несплошным рубкам главного пользования и механизированным рубкам ухода. Начинаются исследования в области формирования вторичных лесов. Изучается структура древостоев в различных условиях местопроизрастания. Большой объем работы проделан по программе МБП по изучению биомассы сосновых и еловых лесов, обмену веществ и энергии роста (Н.И. Казимиров, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков, А.Д. Волков). В начале 70-х годов под руководством Н.И. Казиминова начинаются работы по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность древостоев. В 80-е годы исследования в большей мере были направлены на повышение продуктивности лесов, большое внимание уделялось стационарным гидролесомелиоративным исследованиям. В 1970 г. по инициативе чл.-корр. АН СССР Н.И. Пьявченко был образован лесоболотный стационар «Киндасово». Подобные исследования велись и на минеральных землях (стационар «Габозеро»). Ставились эксперименты по формированию ценных по составу древостоев путем рубок ухода и выборочных рубок.

За 50-летний период работы лаборатории изучены возрастная структура, динамика и биологическая продуктивность лесов Карело-Кольского региона, влияние лесохозяйственной деятельности на их состояние и биологическое разнообразие. Дано биолого-экологическое обоснование различных систем рубок леса. Разрабатывались вопросы организации, теории и практики мониторинга коренных и производных лесов. Изучена структурно-функциональная организация болотных и лесоболотных биогеоценозов и их трансформация под влиянием гидролесомелиорации. Предложена классификация лесомелиоративного фонда по группам эффективности и выявлена биосферная роль лесосоошения. Дано научное обоснование хозяйственного освоения лесоболотных биогеоценозов. С 1980 г. прорабатывается ресурсоведческое направление: изучены ресурсы ягодных и лекарственных растений, их экология, химический состав, осо-

бенности сезонного развития, режим эксплуатации (Т.В. Белоногова, Н.Л. Зайцева, В.И. Саковец). В 90-е годы начинаются работы по изучению экологических вопросов, влияния проведения лесохозяйственных мероприятий на биосферные процессы. Определены оптимальные способы рубок главного пользования и рубок ухода (А.Д. Волков, С.С. Зябченко). В течение ряда лет (до 1994 г.) ИЛ был головной организацией двух научных направлений: «Совершенствование системы рубок с целью формирования высокопродуктивных насаждений с учетом природно-экологических условий» и «Изучение структуры и динамики ресурсного потенциала недревесных компонентов лесных экосистем». Выявлена эффективность гидролесомелиорации на начальном этапе ее проведения (Г.Е. Пятецкий). Исследование эффективности гидролесомелиорации в различных условиях произрастания позволили определить пригодный для осушения фонд. Было установлено, что для мелиорации оптимальными являются условия переходных и верхово-переходных болот. Гидролесомелиоративные исследования, проводимые в течение 20—30 лет, показали, что осушение лесных площадей является одним из основных мероприятий, повышающих продуктивность древостоев, а кроме того за счет его идет увеличение покрытой лесом площади, в первую очередь при освоении безлесных болот и их естественного облесения. Общая покрытая лесом площадь в Карелии за счет осушения увеличилась на 1% (В.И. Саковец, А.А. Иванчиков).

Изучены особенности формирования искусственных насаждений и эффективность их создания на торфяных почвах. Установлено, что в мезоолиготрофных и мезотрофных условиях сосновые культуры к 30-летнему возрасту растут по I–II классу бонитета, запас 80–150 м³/га, что соответствует ходу роста сосновых культур на минеральных почвах. Показано, что создание лесных культур ели на открытых болотах в условиях Карелии бесперспективно, в то же время коридорный метод (реконструкция малоценных насаждений) дает высокие показатели — сохранность 70—80%, а продуктивность характеризуется I–II классами бонитета.

Установлено, что с продвижением на север эффективность лесосошения снижается. В южной Карелии (60°30'—63° с.ш.) дополнительный прирост за 30 лет после осушения в 2 раза выше, чем в аналогичных лесорастительных условиях средней Карелии (63°—64°30' с.ш.) (В.М. Медведева).

Выявлены процессы переформирования и устойчивость естественных лесоболотных биогеоценозов в связи с увеличением давности проведения осушения, рубок ухода и рубок главного пользования. Определены оптимальные сроки и способы лесоводственного ухода и рубок главного пользования. Разработаны прогнозные модели хода роста осушаемых насаждений после проведения рубок ухода и рубок главного пользования.

Впервые для условий таежной зоны северо-запада России выявлены особенности роста и формирования еловых и елово-березовых древостоев на торфяных почвах после осушения и рубок. На основании полученных результатов рекомендуется проводить в осушенных ельниках рубки главного пользования с сохранением подроста и тонкомера, а в березово-еловых древостоях — рубки переформирования, способствующие выращиванию хозяйственно-ценных и продуктивных еловых древостоев.

Установлено, что срок действия удобрений в сосняках на бедных торфяных почвах при первой подкормке — 8 лет, при повторной — 11 лет, в сосняках травяно-сфагновых без проведения рубок — 15 лет, с выборкой березы — 18 лет.

Происходят изменения под влиянием осушения и в торфяных почвах: повышается их плодородие, улучшается водно-воздушный режим, происходит перестройка микробного комплекса в сторону возрастания роли микробов — активных деструкторов органического вещества (Н.И. Германова).

Изучение биосферной роли гидролесомелиорации дало возможность установить, что углеродный баланс главным образом зависит от биомассы древостоя. В результате разработана прогнозная модель изменения углеродного цикла в зависимости от продуктивности (дополнительного прироста) насаждений после осушения. Выявлено, что при дополнительном приросте $1,25 \text{ м}^3/\text{га}$ в год изменение в экосистеме равно нулю. При большем дополнительном приросте лесоболотная экосистема является местом стока атмосферного углерода и играет положительную биосферную роль, при меньшем дополнительном приросте наблюдается обратное явление (В.И. Саковец).

Исследовано влияние рубок леса на углеродный баланс сосняков автоморфных местообитаний. На преобладающих в Карелии песчаных почвах в результате промышленной заготовки древесины высвобождается углерод, выделяющийся при разложении крон срубленных деревьев, но не затрагиваются его основные резервы, содержащиеся в лесных экосистемах. В течение одного-двух лет после рубки древостоя на бедных почвах фонд подвижного углерода в органогенных горизонтах истощается, а на плодородных почвах повышенная эмиссия CO_2 сменяется интенсивным накоплением углерода, компенсирующим потери, происходящие на свежих вырубках (С.М. Синькевич).

Установлена возможность диагностирования дендрохронологическими методами тенденций снижения древесного прироста насаждений, подвергающихся атмосферному загрязнению промышленными выбросами. Определены методические ограничения дендрохронологического прогнозирования прироста лесов, окружающих промышленные центры (С.М. Синькевич).

Разработаны статистические модели продуктивности лесных земель, основанные на морфометрических и агрохимических показателях почв с учетом пространственной структуры насаждений главных лесообразующих пород Карелии (С.М. Синькевич, Н.Г. Федорец).

Исследована эффективность мер содействия естественному возобновлению на вырубках, выявлены пороговые уровни встречаемости подроста, обеспечивающие выращивание хозяйственно ценных насаждений, составлены математические модели для прогнозирования характеристик формирующихся древостоев. На основе статистического анализа пространственных и временных параметров формирующихся насаждений разработаны предложения по методам учета и оценке эффективности мер содействия естественному возобновлению.

В результате многолетних наблюдений установлено отрицательное влияние механизированных коммерческих рубок ухода на запас спелых древостоев. Выявлено существенное уплотнение верхних горизонтов почвы, сохраняющееся до 20 лет после работы лесозаготовительных машин, и его влияние на насыщенность верхних горизонтов почвы корнями (С.М. Синькевич, А.Ю. Карпечко).

Проведен анализ качества современной 150—300-летней и исторической (из памятников деревянного зодчества 18-19 вв.) древесины сосны обыкновенной, который показал, что современная спелая древесина соответствует исторической по широкому спектру показателей, характеризующих ее физико-механические свойства (плотность, слоистость, доля поздней древесины) и устойчивость к биоповреждениям (ширина заболони, содержание смолистых веществ (В.А. Козлов).

Изучены ресурсы лесных ягод и лекарственных растений, разработаны методы учета урожая ягод и лекарственного сырья. Важным является прогнозирование урожая ягод. Исследования дали возможность осуществлять краткосрочный прогноз («Краткосрочное прогнозирование урожая ягод в лесах южной Карелии», 1985). Рациональное использование лекарственных растений требовало разработки их режима эксплуатации.

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР. Разработаны нормативы рубок обновления и перестройки в водоохранных лесах в зависимости от породного состава, возрастной структуры и полноты древостоев. Предложена экологически щадящая сортиментная технология заготовки древесины, обеспечивающая высокую устойчивость оставшейся части древостоев и сохранность подроста после рубок. Составлены таблицы хода роста коренных еловых древостоев (В.А. Ананьев).

По результатам исследований разработан ряд рекомендаций и нормативных документов по основным вопросам лесохозяйственной деятельности:

- Рекомендации по реконструкции и восстановлению лесоосушительных систем (1983);
- Рекомендации по лесокультурному освоению осушенных болот в Карелии (1988);
- Способы рубок в осушенных еловых и лиственно-еловых насаждениях. (Методические указания) (1993);
- Наставления по рубкам ухода в лесах Республики Карелия (1970, 1982, 1995);
- Рубки главного пользования в лесах Республики Карелия (1995);
- Рекомендации по проведению рубок обновления и переформирования в водоохранных лесах Карелии (2003);
- Лесокультурное освоение осушаемых болот в Карелии (1980);
- Лесохозяйственные мероприятия на осушенных землях (1983);
- Методические указания по удобрению насаждений на осушенных торфяных почвах Карелии (1984);
- Рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России (2005);
- Лесотаксационные таблицы для осушенных насаждений Карелии (1999);
- Учет урожая ягод и лекарственного сырья. (Методические указания) (1982);
- Режим эксплуатации зарослей дикорастущих лекарственных растений в лесах южной Карелии. (Методические указания) (1987).

Перспективы развития НИР. Планируется продолжить исследование осушенных лесов. Изучить изменения строения структуры, продуктивности насаждений в связи с увеличением сроков давности осушения и проведения различных мероприятий в разных условиях местопроизрастания. Особое внимание уделить исследованиям изменения типологической структуры в постмелиоративный период. Продолжить исследования в экологическом плане. Изучить экологические последствия проведения различных лесохозяйственных мероприятий (рубок главного и промежуточного пользования, гидролесомелиорации). Исследовать динамику формирования еловых древостоев после проведения рубок главного пользования на осушенных землях.

Наиболее перспективными направлениями исследований в области ухода за лесом представляются оптимизация конкурентных отношений внутри древостоев, минимизация последствий регулярного применения лесозаготовительных механизмов и выработка критериев ресурсной устойчивости лесов на уровне отдельных биогеоценозов и лесных массивов. В то же время, регулярное интенсивное воздействие на лесные экосистемы в процессе лесовыращивания не может не повлиять на экологи-

ческую функциональность лесов, поддержание которой в настоящее время является международно признанным индикатором устойчивого лесоправления. Для решения возникающих задач в ближайшей перспективе необходимо изучить:

- динамику продуктивности и пространственной структуры насаждений, уделяя внимание лесам северотаежной подзоны;
- использование лесорастительного потенциала лесных почв в связи с проведением несплошных рубок;
- устойчивость лесных биогеоценозов при регулярном воздействии лесозаготовительной техники нового поколения;
- изучить влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины;
- исследовать устойчивость лесных экосистем на особо охраняемых природных территориях (ООПТ);
- изучить биологическое разнообразие и экологические последствия массовых ветровалов в коренных еловых лесах.

Основные публикации

- Казимиров Н.И.* Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- Казимиров Н.И., Морозова Р.М.* Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.: Наука, 1973. 175 с.
- Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности / М.И. Виликайнен, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков и др. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 256 с.
- Пятецкий Г.Е., Ионин И.В., Жарова Л.П.* Лесохозяйственное освоение осушенных болот. Петрозаводск: Карелия, 1976. 128 с.
- Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко и др. Л.: Наука, 1977. 302 с.
- Казимиров Н.И., Морозова Р.М., Куликова В.К.* Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.
- Зябченко С.С.* Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 248 с.
- Белоногова Т.В., Зайцева Н.Л.* Эколого-биологические особенности хозяйственно ценных растений Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 168 с.
- Медведева В.М.* Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карелия, 1989. 168 с.
- Тихонов А.С., Зябченко С.С.* Теория и практика рубок леса. Петрозаводск: Карелия, 1990. 224 с.
- Синькевич Т.А., Синькевич С.М.* Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1991. 136 с.
- Саковец В.И., Гаврилов В.Н.* Лесообразовательные процессы на осушенных болотах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1994. 102 с.
- Саковец В.И., Германова Н.И., Матюшкин В.А.* Экологические аспекты гидрорелесомелиорации в Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 155 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 188 с.

Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии / Ред. В.И. Саковец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 174 с.

Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России: Учебное пособие /Ананьев В.А., Асикайнен А., Вялькю Э. и др. Йозенсуу: НИИ леса Финляндии, 2005. 150 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

А.И. Соколов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
alexander.sokolov@krc.karelia.ru*

История создания и направления исследований. В послевоенный период, когда при восстановлении городов и промышленных предприятий резко возросла потребность в древесине хвойных пород, в Карелии развернулись интенсивные лесозаготовки. С этого времени они стали вестись круглогодично, быстро росли уровень механизации работ и концентрация мест рубок. В результате произошли существенные изменения в процессах лесовозобновления и вопросы лесовосстановления приобрели исключительное значение. Перед научно-исследовательскими организациями Карелии была поставлена задача решить проблемы возобновления концентрированных вырубок в условиях больших объемов лесозаготовок и с учетом природно-климатических особенностей республики. Поэтому при организации Института леса в качестве одного из основных направлений исследований была утверждена разработка теоретических основ лесовозобновления на вырубках в условиях современной механизации лесозаготовок и вопросов рационализации ведения лесного хозяйства, которое не потеряло актуальности и в настоящее время.

До организации Института леса исследования по лесовозобновлению велись отделом леса Карело-Финской базы АН СССР. Под руководством проф. Н.Б. Декатова были подготовлены высококвалифицированные специалисты для решения актуальных проблем лесовосстановления на концентрированных вырубках. В этот период основное внимание уделялось научному обоснованию способов обработки почвы и уходов за лесными культурами (А.И. Кузнецова, Л.И. Попов, В.И. Шубин).

С организацией Института леса (1957) группой лесных культур сектора лесоводства начаты исследования по изучению типов вырубок с разработкой применительно к ним способов создания лесных культур, а также агротехники выращивания сеянцев в лесных питомниках. В 1966 г. организуется лаборатория механизации и методов искусственного лесовосстановления, которая в 1971—1984 гг. называлась лабораторией лесовосстановления, в 1985—1987 гг. — лесовосстановления и защиты леса. Все эти годы бессменным заведующим лаборатории был заслуженный деятель науки РФ и заслуженный лесовод КАССР, д.б.н. В.И. Шубин. В 1988—1997 гг., после очередного переименования в лабораторию искусственного лесовосстановления и защиты леса, её возглавлял заслуженный лесовод РФ и КАССР д.б.н. В.И. Крутов.

С 1998 по 2001 г. группа лесовосстановления входила в состав лаборатории лесной микологии и энтомологии. В этот период исследования велись по следующим направлениям:

- разработка экологически щадящих и интенсивных технологий создания культур хвойных пород на вырубках и агротехнических требований к лесокультурным механизмам;
- научное обоснование и совершенствование агротехники выращивания посадочного материала в открытом и закрытом грунте лесных питомников.

Лаборатория лесовосстановления вновь была организована в 2002 г. на базе группы лесовосстановления и группы генетики и селекции лаборатории физиологии и цитологии древесных растений. По настоящее время её возглавляет заслуженный работник лесного комплекса РК, к.с.-х.н. А.И. Соколов

Исследования сотрудников лаборатории (2 доктора, 5 кандидатов наук и 2 аспиранта) ведутся по следующим направлениям:

- структура и динамика лесных сообществ искусственного происхождения;
- биоэкологическое обоснование способов и технологий восстановления лесов на Северо-Западе таежной зоны;
- популяционная структура и генотипическая изменчивость лесообразующих древесных пород;
- селекция, семеноводство и интродукция древесных растений.

Основные итоги исследований. До 80-х годов исследования охватывали территорию Карелии и Мурманской области. В.С. Вороновой была переработана типология вырубок, созданная академиком И.С. Мелеховым. Логическое завершение типология вырубок Карело-Кольского региона приобрела в исследованиях Н.И. Ронконен, которые проводились под руководством В.И. Шубина и М.Л. Раменской. Они ставили своей задачей создать систему, привязанную к ландшафтам, и обобщить знания по естественному зарастанию вырубок, формирующихся после рубки коренных лесов, а также опыт лесокультурных работ. Был разработан вариант геоботанического районирования Карелии и Мурманской области на ландшафтной основе (Раменская, Шубин, 1975) с указанием целесообразности лесовосстановительных мероприятий.

Исследования в этом направлении продолжают. Разрабатывается динамическая типология лесов с учетом последствий антропогенного воздействия на лесные экосистемы. В настоящее время завершен первый этап многолетних исследований (Крышень, 2006). Их результаты показали, что рубка — это особый тип сообщества — кратковременный и очень динамичный этап развития лесного фитоценоза от момента рубки

древостоя до стадии сомкнутого молодняка, отличающийся от последующих стадий развития леса отсутствием древесных эдификаторов, а от внешне похожих на них луговых фитоценозов остаточным влиянием деревьев и особой динамикой. Выявлены 3 стадии сукцессии в период от рубки древостоя до смыкания крон древесных растений. На первой стадии структуру сообщества в значительной степени определяют состав бывшего насаждения, расположение участка в рельефе, удаленность его от края леса, почвенные условия, окружающая растительность. Разнообразие элементарных местообитаний и отсутствие острой конкуренции обеспечивает на этой стадии возможность большому количеству видов закрепиться в сообществе. Древесные породы практически не влияют на структуру сообщества. Вторая стадия сукцессии начинается, когда на большей части территории вырубki общее проективное покрытие достигает 80—100%, а процессы регуляции численности и состава сообщества проходят в значительной степени под контролем внутренних факторов. Постепенно формируется сообщество с 3—4 доминантами. В средней тайге это, как правило, вейник лесной и иван-чай, а также луговик и (или) полевица, иногда осоки, кустарнички или виды лугово-лесного разнотравья; в северной тайге — кустарнички. Древесные породы, за исключением подростa оставленного на вырубке, находятся в пространстве травянистого яруса, или превышают его незначительно. Третья стадия может быть охарактеризована как переходная. Многие древесные породы выходят из пространства травянистого яруса, кроны их разрастаются, что является одной из причин ослабления влияния злаков и влечет за собой некоторое увеличение доли разнотравья, серьезных изменений в составе и обилии видов травяно-кустарничкового яруса еще не происходит. На основании этих исследований предложена схема классификации вырубok Карелии, являющаяся частью динамической типологии таежных лесов.

Интенсивные исследования по лесовосстановлению на вырубках велись в 60-х—70-х годах прошлого столетия. Была обоснована агротехника и разработана технология выращивания посадочного материала в постоянных лесных питомниках на основе комплексной механизации работ (В.И. Шубин, А.А. Мордась). Предложены способы создания лесных культур с применением гербицидов и арборицидов (И.А. Кузьмин). Совместно с Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХ разработана агротехника создания лесных культур на осушенных болотах (И.В. Ионин). Обоснованы типы лесных культур и составлены технологические карты на их производство. Дана оценка результативности естественного и искусственного лесовосстановления, определена экономическая эффективность различных методов и способов лесовосстановления (В.И. Шубин). В целом в этот период были созданы региональные основы лесовосстановления.

В последующий период проведены комплексные исследования по влиянию минеральных удобрений на основные компоненты лесных экосистем искусственного происхождения (В.И. Шубин, И.А. Кузьмин, В.И. Крутов, А.И. Соколов). Получены данные о закреплении удобрений в почве в зависимости от вида удобрения и сроков их внесения. Оценено влияние удобрений на динамику напочвенного покрова, сохранность и рост культур сосны, устойчивость их к болезням, качество древесины. На основе результатов многолетних наблюдений доказана возможность восстановления коренного типа леса, разрушенного вследствие сильного антропогенного воздействия (рубки и пожара), путем химической мелиорации почв. Выяснились возможности введения в состав лесных культур почвоулучшающих растений, в частности люпина многолетнего (Н.И. Ронконен). В дальнейшем было выявлено, что основной причиной низкой приживаемости многолетнего люпина на вырубках таежной зоны являются неблагоприятные химические свойства почвы, которые ингибируют развитие азотфиксирующих растений в зоне спермо- и ризосферы. Предложен способ, обеспечивающий высокую сохранность, рост и интенсивное семеношение люпина. Он может быть использован для введения в лесные культуры и других растений — азотфиксаторов с целью улучшения роста хвойных пород и компенсации потерь плодородия почв после сплошных рубок в условиях таежной зоны (А.И. Соколов).

Определены причины различной сохранности семян сосны в почве при весенних и осенних посевах. Предложен способ комплексной защиты семян осенних посевов от вымерзания и поражения почвенной микрофлорой с помощью гидрофобных покрытий (А.И. Соколов).

Под руководством И.А. Кузьмина совместно с сотрудниками Института биологии КФ АН СССР изучены экологические последствия применения арборицидов для ухода за молодняками. Показано, что сплошная обработка лиственно-сосновых молодняков арборицидами группы 2,4-Д ведет к резкому изменению экологических условий. Это положительно сказывается на росте и плодоношении хвойных пород, в то же время отмирание лиственной растительности резко изменяет условия существования животных, приводит к разрывам сложившихся трофоценологических цепей, нарушению биологического равновесия и к частичному разрушению формирующихся биоценозов. Наименьшие отклонения в составе и плотности населения животных происходит при базальном способе осветления сосновых пород. Сравнение влияния на фауну сплошного осветления культур сосны химическим и обычным ручным способом свидетельствует о том, что основные фаунистические изменения являются следствием опосредованного, а не прямого воздействия арборицидов на животных.

Повторное обследование через 24 года после сплошной обработки показало, что экосистема за счет усиления роста сосны восстановила потери древесной биомассы. Вместо лиственных древостоев в короткие сроки здесь формировались сосняки оптимального породного состава, что создает условия для восстановления типичных для таежной зоны биогеоценозов, площади которых в последние десятилетия под влиянием сплошных рубок значительно сократились (А.И. Соколов).

В результате комплексных исследований (рук. А.И. Соколов) обоснована экологически безопасная технология интенсивного выращивания культур ели на завалуненных вырубках, которая предусматривает дискретную обработку почвы, применение крупномерного посадочного материала, введение биомелиорантов, заданную первоначальную густоту, позволяющую проводить селекционный отбор деревьев, контактную обработку нежелательной растительности гербицидами.

В последние годы изучены закономерности роста, сохранность и динамика отпада культур хвойных пород, созданных по разным технологиям. Результаты исследований позволяют обосновать наиболее рациональные способы искусственного лесовосстановления в зависимости от лесорастительных условий и целей лесовыращивания. Показано, что вертикальная и горизонтальная структура формирующихся молодняков искусственного происхождения в значительной степени определяется неоднородностью лесных почв по каменистости. Выявлена достоверная связь между ростом ели по высоте и диаметру с глубиной залегания камней. Разработана методика оценки каменистости почв вырубков в целях лесовосстановления (А.И. Соколов, В.А. Харитонов).

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности в последние годы ведет к увеличению площадей техногенных земель в республике. В этой связи совместно с почвоведом института начаты комплексные исследования по изучению начальных стадий формирования биогеоценозов на отвалах железорудных месторождений и карьеров по добыче строительных материалов (И.А. Кузьмин, А.И. Соколов). Обосновываются методы лесовосстановления для разных категорий нарушенных земель. Показано, что рекультивация техногенных земель позволяет повысить лесоводственную и экономическую значимость будущих лесов, в частности путем создания насаждений карельской березы.

Серьезной проблемой при выращивании посадочного материала в лесных питомниках является сорная растительность, поэтому не случайно большое внимание уделялось изучению видового состава и биологии наиболее распространенных и вредоносных сорняков, строению растительного покрова лесных питомников. В результате выявлено и описано 70 видов сорных растений (А.М. Крышень, И.А. Кузьмин). Доказана ре-

шающая роль агротехнического фактора в строении фитоценоза лесного питомника. Установлено, что многолетние сорняки сильнее подавляют рост сеянцев за счет большего потребления питательных веществ и влаги, а также стимулирования развития патогенных грибов в почве. Среди малолетних сорняков обнаружены виды, в ризосфере которых развиваются антагонисты почвенных патогенов. В этом одна из причин отсутствия массового распространения полегания (фузариоза) в лесных питомниках Карелии (А.М. Крышень, С.Н. Кивиниеми).

Проведено комплексное изучение сидератов (вика, овес, клевер и др.) в лесных питомниках. Показано, что они способствуют активизации микробиологических процессов, следствием чего является усиление гумусообразования и накопление основных элементов питания в доступной форме. Сидераты не оказывают отрицательного влияния на плотность микориз, но способствуют изменению микоризного спектра. Их корневые выделения могут изменять взаимоотношения патогенных грибов и их антагонистов. Направленность этого воздействия зависит от вида растения-сидерата, что позволяет использовать биологические мелиоранты для профилактики инфекционных болезней, вызывающих загнивание семян и корней сеянцев хвойных пород (С.Н. Кивиниеми, Т.И. Кривенко, А.И. Соколов).

Из-за снижения плодородия почв питомников, усиления требований к охране окружающей среды и особенно роста цен актуальна проблема рационального использования азотных удобрений. Исследованы закономерности поглощения и использования азота и бора сеянцами древесных пород в связи с различными условиями минерального питания и физиологическим состоянием растений. Выявлены основные механизмы адаптации сосны обыкновенной к условиям дефицита азота и предложен способ повышения коэффициента его использования сеянцами сосны в лесных питомниках. Разработан новый метод диагностики обеспеченности азотом и бором хвойных растений (Н.П. Черновобродкина).

Исследования в области лесной генетики и селекции начались в Карелии в послевоенное время. Во второй половине 50-х гг. Ф.И. Акакиев и В.И. Бакшаева изучали формовое разнообразие еловых формаций. Плановые селекционно-генетические исследования были развернуты в 60-х гг. (Е.М. Марьин, В.И. Бакшаева, Г.М. Козубов, М.А. Щербакова, К.А. Андреев, В.К. Тренин). Исследования проведенные в последние годы установили, что сосна в Карелии и соседних областях дифференцирована на 6, а ель — на 12 различающихся по признакам шишек и семян популяций. Для ели четко прослеживается соответствие межпопуляционной дифференциации климатическому районированию исследованной территории. Анализ формовой структуры популяций ели по типу семенных

чешуй выявил, что с продвижением на север процент участия форм европейского типа в составе насаждений увеличивается, а гибридных — уменьшается. Ель чисто сибирского типа встречается крайне редко. Методом изоферментного анализа установлено, что основная доля (около 97 %) всей выявленной генетической изменчивости сосны и ели приходится на внутривидовой уровень. Оценка уровня дифференциации сосны и ели в регионе выявила генетическую близость исследованных популяций в пределах каждого вида (А.А. Ильинов).

Сравнительные исследования фенотипической и генетической структуры малонарушенных популяций ели, производных древостоев и лесных культур (средняя подзона тайги) показали, что наивысшей степенью сложности характеризуется структура коренных ельников. Генетическое разнообразие культур ели, созданных посевом в условиях произрастания ельников черничных, выше, чем у производных древостоев, сформировавшихся после рубки из сохраненного подроста и тонкомера (А.А. Ильинов).

В Карелии эксперименты по отбору плюсовых деревьев и созданию лесосеменных плантаций прививкой черенков впервые были осуществлены в начале 60-х годов группой сотрудников Института леса Карельского филиала АН СССР Е.М. Марьиным, В.И. Бакшаевой, А.П. Ворониной под руководством В.И. Ермакова. В настоящее время, обобщены 30-летние данные по вегетативному росту и обилию семеношения (урожайности) клонов сосны обыкновенной различного географического происхождения. Выявлено существенное влияние генотипических особенностей клонов и ряда экологических факторов на обилие, периодичность «цветения» и «плодоношения» сосны на лесосеменных плантациях. По этим материалам рассчитаны регрессионные модели и предложен новый уточненный метод прогноза обилия урожая на лесосеменных плантациях. Разработана методика составления морфопортретов клонов сосны по комплексу морфологических признаков шишек, семян и габитуса дерева. Данный метод находит практическое применение в селекционной работе с сосной обыкновенной при переходе к созданию клоновых лесосеменных плантаций более высоких порядков (А.А. Мордась, Б.В. Раевский).

Оценена эффективность введения быстрорастущих интродуцентов, создана серия участков географических культур североамериканской сосны скрученной (*Pinus contorta*), включающая 20 ее происхождений из естественного ареала (Б.В. Раевский, А.А. Мордась). Анализ хода роста и развития смешанных культурфитоценозов сосен скрученной и обыкновенной показал, что использование сосны скрученной перспективно при создании лесосырьевых плантаций с укороченным оборотом рубки, так как при этом общая продуктивность насаждения может быть увеличена на 30—40 %.

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР. За весь период деятельности лаборатории её сотрудниками обоснованы и подготовлены практические рекомендации и методические разработки по всем основным проблемам лесовосстановления с учетом природно-климатических особенностей республики. Основным документом из них является «Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Карельской АССР (1969, 1984, 1995), подготовленное Институтом леса (В.И. Шубин, Г.А. Гавриленко) совместно с Министерством лесного хозяйства КАССР, Петрозаводской ЛОС и Кареллеспроект. Подготовка их предшествовала оценке состояния лесовосстановления на производственных участках лесных культур и естественного возобновления, что позволяло выявить имеющиеся недостатки и предусмотреть меры их устранения.

Были разработаны рекомендации по конкретным вопросам создания лесных культур на вырубках и осушенных болотах (В.И. Шубин, И.А. Кузьмин, В.И. Крутов, И.В. Ионин, А.И. Соколов), по агротехнике выращивания посадочного материала в лесных питомниках на основе совершенствования системы удобрения (А.П. Яковлев, А.А. Мордадь, Т.И. Кривенко, Н.П. Чернобровкина), способам борьбы с сорняками (И.А. Кузьмин, А.М. Крышень), защитным мероприятиям (В.И. Крутов, С.Н. Кивиниеми). Для снижения экологической опасности применения гербицидов предложен контактный способ обработки, при котором исключается загрязнение почвы химикатами (А.И. Соколов, А.М. Крышень). Для его практической реализации разработаны экспериментальные образцы ручного и тракторного лубрикаторов (А.В. Ботников, В.А. Конерва, А.И. Соколов).

Даны лесоводственная, экологическая, экономическая и социальная оценки технологий выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой, а также оценена эффективность его применения при создании лесных культур в условиях севера — и среднетаежных подзон Карелии.

В рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» совместно с научно-исследовательскими институтами Северо-Запада России (СевНИИЛХ, СПбНИИЛХ) и НИИ леса Финляндии подготовлены рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России, которые рассматривают в едином комплексе мероприятия по лесовосстановлению и лесовыращиванию с учетом современных требований к ведению лесного хозяйства.

Известно, что почвы Карелии отличаются большой пестротой по физико-химическим свойствам и высокой степенью каменистости (завалуненности). В результате в условиях республики многие серийно выпус-

каемые почвообрабатывающие орудия и механизмы оказываются непригодны для работы на нераскорчеванных вырубках. Поэтому с момента организации лаборатории значительное внимание уделялось как научному обоснованию наиболее рациональных способов обработки почвы, так и разработке лесокультурных орудий и механизмов.

Группой конструкторов под руководством В.Я. Унта создан покровосдиратель-сеялка ПДН-1, который в 1970 г. поставлен в серийное производство. Это решило проблему с механизацией посева на нераскорчеванных вырубках с тяжелыми и средними, а затем и легкими (ПДН-2) по механическому составу каменистыми почвами. Более сложной была проблема механизации посадки. Испытания серийных лесопосадочных машин показали, что они не пригодны для работы на каменистых почвах (В.И. Шубин, В.Я. Унт). В этих условиях наиболее целесообразно механизировать наиболее трудоемкие операции. С этой целью был сконструирован покровосдиратель-лункоделатель-сеялка ПЛС-2, который позволил осуществлять обработку почвы путем удаления подстилки, готовить лунки для посадки семян и проводить механизированный посев. Наряду с указанными орудиями был разработан и испытан ряд других экспериментальных образцов, в частности каток-накалыватель для посадки крупномера по необработанной почве. Для труднодоступных лесокультурных объектов создана ручная сеялка оригинальной конструкции, обеспечивающая точечную обработку почвы, посев и заделку семян. Новые технические решения, используемые при разработке лесокультурной техники были запатентованы.

Аспирантом Л.А. Казаковым научно обоснованы эффективные способы механизированной обработки почвы и посева, разработаны рекомендации по рациональному применению лесокультурных агрегатов в Мурманской области.

В последние годы работы в этом плане ведутся совместно с Петрозаводским госуниверситетом. На первом этапе основное внимание было уделено созданию лесных культур крупномерным посадочным материалом с использованием лункообразователей Л-2 и Л-22 (А.И. Соколов). Дальнейшие исследования позволили разработать универсальное орудие, которое обеспечивает обработку почвы полосами заданной ширины (до 50 см), готовит лунки для посадки крупномерных саженцев и выполняет механизированный посев семян. Это особенно важно для условий Карелии, где в настоящее время преобладает деконцентрированный лесокультурный фонд, а вырубки характеризуются большой пестротой почв. На указанные орудия разработаны лесотехнические требования, расчетно-технологические карты и практические рекомендации по созданию лесных культур на нераскорчеванных вырубках с каменистыми почвами.

Перспективы развития НИР. Будут продолжены исследования по изучению структуры, динамики и продуктивности лесных экосистем в целях разработки динамической типологии лесов, как теоретической основы для планирования мероприятий по лесовосстановлению и рационализации методов лесовосстановления, а также и лесовыращивания.

В области лесной генетики и селекции планируется изучение внутривидовой, фенотипической и генотипической структуры популяций хвойных пород в коренных и производных лесах. Предполагается освоение и использование современных молекулярных методов, которые позволяют проводить изучение структуры ДНК, как носителя генетической информации. Это дает возможность, во-первых изучить с помощью ДНК-маркеров уровень генетического разнообразия, степень подразделенности и дифференциации популяций основных лесообразующих хвойных пород в регионе и уточнить таксонометрический статус их интрогрессивных гибридов. Во-вторых, провести оценку генотипического разнообразия на лесосеменных плантациях сосны и выявить связи генотипических особенностей клонов с величиной хозяйственно-значимых признаков (семенная продуктивность и др.).

Основные публикации

- Крышень А.М.* Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 259 с.
- Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области / Отв. ред. М.Л. Раменская. Петрозаводск: КФ АН СССР. 1975. 207 с.
- Синькевич М.С., Шубин В.И.* Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск, 1969. 180 с.
- Соколов А.И.* Лесовосстановление на северо-западе России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006, 215 с.
- Соколов А.И., Харитонов В.А.* Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2001. 80 с.
- Федорец Н.Г., Соколов А.И., Шильцова Г.В., Германова Н.И., Крышень А.М., Антипина Г.С.* Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера // Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 74 с.
- Чернобровкина Н.П.* Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука, 2001. 175 с.
- Шубин В.И., Гелес И.С., Крутов В.И.* и др. Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1991. 176 с.
- Шубин В.И., Шужмов А.А., Сибирцева В.И.* Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера. Петрозаводск: Карелия, 1973. 136 с.
- Мордаш А.А., Раевский Б.В.* Селекционное семеноводство сосны обыкновенной на Европейском Севере // Методические рекомендации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 47 с.

- Рекомендации по лесовосстановлению и уходу за молодняками на Северо-Западе России. // «Проект системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России» НИИ леса Финляндии. Исследовательский центр Йозенсуу, 2005. 56 с.
- Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия. 1995. 85 с.
- Система удобрений в севооборотах лесных питомников (Практические рекомендации). Л., 1980. 46 с.
- Соколов А.И., Крышень А.М.* Рекомендации по контактной обработке нежелательной растительности гербицидами в лесных питомниках и культурах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 16 с.
- Соколов А.И., Мордась А.А., Кривенко Т.И., Харитонов В.А.* Выращивание и использование крупномерного посадочного материала хвойных пород в условиях Карелии: Методические рекомендации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 44 с.
- Соколов А.И., Цыпук А.М., Эгипти А.Э.* Расчетно-технологические карты для производства лесных культур хвойных пород на вырубках с использованием лунокообразователей Л-2 и Л-22. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1990. 42 с.
- Соколов А.И., Гаврилова О.И.* Лесная рекультивация нарушенных земель на Севере: Учебное пособие. Петрозаводск, ПетрГУ, 2001. 58 с.
- Методы классифицирования и описания лесных фитоценозов и почв: Учебно-методическое пособие / А.М. Крышень, Н.Г. Федорец, Ю.В. Преснухин, С.М. Синькевич. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 58 с.
- Раевский Б.В., Мордась А.А.* Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях 1 порядка: Учебно-методическое пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 91 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСНОЙ МИКОЛОГИИ И ЭНТОМОЛОГИИ

В.И. Крутов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
krutov@krc.karelia.ru*

История создания лаборатории и развития направлений исследований. Лаборатория является преемником созданных в 1949 г. группы лесной энтомологии и фитопатологии при отделе леса Карело-Финской базы АН СССР и в 1957 г. — сектора лесопатологии с группами энтомологии, фитопатологии и гербицидов при Институте леса КФ АН СССР, которые до 1962 г. возглавлял известный российский энтомолог — один из авторов первого учебника для вузов «Лесная энтомология» (изд. 1935—1961 гг.) к.б.н. В.Я. Шиперович. В этот период было оценено влияние насекомых и грибных болезней на состояние и продуктивность естественных лесов республики, дан обзор основных видов вредных насекомых и патогенных грибов, ускоряющих усыхание перестойных насаждений. Впервые в стране были разработаны методы хранения неокоренных лесоматериалов, предупреждающие заселение их насекомыми и деревоокрашивающими грибами на лесных участках в летний период. Позднее они вошли в «Санитарные правила в лесах СССР» (1970) и остаются актуальными до настоящего времени. Значительные исследования выполнены по изучению видового состава, биологии и экологии насекомых — вредителей шишек и семян хвойных пород. Результаты их обобщены в брошюрах «Методы определения годности еловых шишек, поврежденных насекомыми и грибами» (Шиперович, Яковлев, 1960) и «Вредители шишек и семян ели» (Яковлев, 1961), не утративших научной и практической значимости на современном этапе. На рубеже 50—60-х годов интенсивно изучается лесопатологическое состояние молодняков естественного и искусственного происхождения: проведены исследования видового состава, биологических особенностей, характерных стадий и оценка вредоносности насекомых (В.Я. Шиперович, Б.П. Яковлев, И.П. Волкова) и фитопатогенных грибов, влияющих на сохранность лесных культур и естественное возобновление сосны на вырубках Карелии (В.И. Щедрова, В.К. Мороз).

С 1952 г. начаты исследования вопросов микоризообразования у хвойных древесных пород в различных типах вырубках, в лесных питомниках и на осушенных болотах с целью научного обоснования лесокультурных мероприятий, изучается видовой состав микоризных грибов и их связи с

древесными породами (В.И. Шубин). С 1954 г. они дополнены изучением почвенной микрофлоры (В.М. Данилевич).

С 70-х годов микологические и энтомологические исследования успешно продолжались в лаборатории восстановления и защиты леса (зав. к.б.н. В.И. Шубин) и первое время были направлены в основном на решение главной задачи — повышение эффективности искусственного лесовосстановления на вырубках. В этот период большое внимание уделяется морфолого-анатомическому строению микориз в зависимости от экологических условий и их идентификации (Л.А. Семенова, Н.Ф. Чумак). Изучаются экологические особенности микоризных грибов и их взаимоотношения с другими почвенными микроорганизмами, в частности с патогенными видами грибов из рода *Fusarium* (Л.В. Еремеева, С.Н. Кивиниemi). Проведена инвентаризация шляпочных грибов в различных типах леса заповедника «Кивач» (С.В. Родионова). В 1970 г. на опорном пункте лаборатории «Вендюры» (Кондопожский р-н) в сосновых и березовых молодняках I класса возраста были начаты ежегодные наблюдения за плодоношением шляпочных макромицетов с периодическим картированием мест их появления (А.В. Саукконен, Х.И. Хирвонен, В.И. Миرون) с целью оценки влияния погодных условий и лесохозяйственных мероприятий (внесения удобрений, рубок ухода) на динамику их урожайности. Эти исследования продолжают по настоящее время с одновременным изучением закономерностей развития и размещения грибов в различных экологических условиях, связей между биомассой мицелия и урожаем грибов (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская).

В 60-80-х годах проводились комплексные лесоводственно-патологические исследования хвойных молодняков естественного и искусственного происхождения на вырубках Карелии и Мурманской области. При этом одной из важных задач было выявление наиболее распространенных и опасных энтомовредителей и грибных болезней хвойных пород в лесных питомниках и культурах, изучение видового состава вредных насекомых и микромицетов — возбудителей грибных болезней, уточнение некоторых биоэкологических особенностей отдельных хозяйственно значимых видов (В.И. Крутов, И.П. Волкова, С.Н. Кивиниemi).

В области лесной энтомологии в этот период изучается видовой состав насекомых — вредителей лесных культур и их естественных врагов на осушенных переходных болотах (И.П. Волкова, С.Д. Узенбаев). В 80-х годах под руководством Е.Б. Яковлева начаты и успешно продолжают исследования биологического разнообразия основных экологических группировок лесных членистоногих, в частности, сообществ насекомых, связанных с древесиной и грибами. Ведутся работы по фаунистике и систематике жесткокрылых (Е.Б. Яковлев), двукрылых (Е.Б. Яковлев,

А.В. Полевой) и перепончатокрылых насекомых (А.Э. Хумала), а также панцирных клещей (Л.М. Ласкова).

Начиная с 90-х годов микологические и энтомологические исследования в основном сосредоточены на инвентаризации и изучении биоты шляпочных агариковых и афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов, лишайников и энтомофауны существующих и планируемых особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Цель их — оценка видового разнообразия и выявление редких или уязвимых, требующих охраны краснокнижных видов — индикаторов степени нарушенности лесных экосистем. Эти работы выполняются в рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России» (с 1997 г. по настоящее время) и при поддержке регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия» (2005—2007 гг.). Материалы исследований использованы при научном обосновании создания новых национальных парков «Калевальский» и «Ладожские шхеры», ландшафтных заказников «Сыроватка» и «Чукозеро» и др. (В.И. Крутов, О.О. Предтеченская, А.В. Руоколайнен, М.А. Фадеева, А.В. Полевой, А.Э. Хумала).

Успешное развитие этих направлений в сочетании с подготовкой научных кадров высшей квалификации послужили основанием для выделения их из лаборатории восстановления и защиты леса и создания в 1997 г. самостоятельной лаборатории лесной микологии и энтомологии (9 научных сотрудников, из них 3 доктора и 1 кандидат наук, рук. д.б.н. В.И. Крутов) с основными задачами: изучение видового состава, структуры и биогеоэкологических связей трофических групп грибов и лишайников, видового состава и структуры сообществ насекомых, а также почвенных беспозвоночных.

Современные направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории (2 доктора и 5 кандидатов наук, 2 инженерно-технических работника) проводят исследования по следующим направлениям:

- видовой состав и структура трофических групп грибов и лишайников, изучение их биоэкологических связей в целях повышения устойчивости и продуктивности лесных экосистем;

- положение микоризных грибов в структуре и функционировании лесных биогеоценозов;

- выявление индикаторных и редких или уязвимых, требующих охраны видов;

- видовой состав и структура сообществ ксилофильных насекомых, распространение, экология и динамика численности потенциально вредоносных, а также редких и уязвимых видов;

- разработка энтомологических критериев природоохранной ценности биотопов.

Важнейшие итоги НИР. За более чем 50-летний период исследований получены обширные новые материалы, характеризующие видовое разнообразие мико-, лишенобиоты и энтомофауны таежных экосистем Европейского Севера. В России нет аналогов долговременным (более чем 50-летним) исследованиям по микосимбиотрофии древесных растений, возглавляемым засл. деятелем науки РФ, проф., д.б.н. В.И. Шубиным. Изучены особенности микоризообразования у основных лесообразующих пород и значение микотрофии для лесов таежной зоны, получены данные о видовом составе и экологии агариковых макромицетов, выявлены связи микоризных грибов с древесными породами и особенности влияния биотических и абиотических факторов на урожайность съедобных грибов. Выполнены оригинальные исследования по оценке биомассы и сезонного развития мицелия макромицетов (О.О. Предтеченская).

Впервые для европейской части России составлены и опубликованы эколого-таксономические списки различных трофических групп грибов, входящих в состав консорциев с лесообразующими древесно-кустарниковыми породами Республики Карелия:

- макромицетов-симбиотрофов (МС) — 400 видов и внутривидовых таксонов. Рассмотрены их трофические связи с древесными породами, а также их экологические и ценотические особенности. Впервые в лесной микологии обосновано формирование вертикальной и горизонтальной структур размещения МС при развитии насаждений. Раскрываются возможности использования МС в качестве индикаторов напряженности внутри- и межвидовой конкуренции древесных растений и азотного режима почвы. Выявленные особенности позволяют понять сукцессионные, годовые и сезонные изменения биоты МС, а также расширяют представления об организации и функционировании лесных экосистем и возможности экологизации таежного лесоводства (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская);

- микро- и макромицетов — 537 видов из отделов Asco-, Basidio- и Deuteromycota, в том числе патогенных видов — возбудителей болезней древесных пород. Проанализирован характер сукцессий видового состава и консортивных отношений этих групп грибов с растениями-хозяевами на разных фазах онтогенеза (В.И. Крутов, А.В. Руоколайнен).

В рамках российско-финляндской программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России и программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России» проведены инвентаризация и изучение биологического разнообразия на особо охраняемых и планируемых к охране территориях Республики Карелия. В опубликованной (на русском и английском языках) по результатам этой работы

коллективной монографии «Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды» (2003) приведены списки редких, в том числе краснокнижных, а также индикаторных видов афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов, лишайников и насекомых, характеризующих состояние лесных экосистем региона (В.И. Крутов, М.А. Фадеева, Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала). Большая часть из них внесена в проект нового издания Красной книги Карелии. Совместно с сотрудниками Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН опубликованы сводки афиллофороидных грибов по всем существующим и планируемым ООПТ, включающие в общей сложности 478 видов (В.И. Крутов, М.А. Бондарцева, В.М. Коткова, А.В. Руоколайнен).

Создана «Электронная коллекция трутовых грибов особо охраняемых природных территорий Республики Карелия», включающая паспорта на 150 видов афиллофоровых (трутовых) грибов, обычных, широко распространенных в лесах Карелии, редких, занесенных в Красные книги РСФСР, Республики Карелия и Восточной Финноскандии, а также виды-индикаторы условно-коренных и девственных сосновых и еловых лесов. Эта работа в составе «Электронной коллекции биологических объектов Республики Карелия» (ИПМИ, ИБ, ИЛ КарНЦ РАН) зарегистрирована в Федеральном депозитарии электронных изданий ФГУП НТЦ «Информрегистр» (В.И. Крутов, А.В. Руоколайнен).

При поддержке регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия» впервые проведена инвентаризация биоты агарикоидных и boletoидных грибов малонарушенных лесных экосистем заповедника «Костомукшский», национальных парков «Паанаярви» (подзона северной тайги) и «Водлозерский» и его окрестностей (подзона средней тайги) (В.И. Шубин, О.О. Предтеченская).

Составлен конспект биоты афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов зеленых насаждений г. Петрозаводска и его окрестностей, содержащий 193 вида из 96 родов, 44 семейств и 20 порядков, из которых 115 видов отмечены впервые для исследованной зоны и 4 — для территории Карелии. В их числе 5 краснокнижных и 26 индикаторных видов, характерных для старых (21 вид) и девственных лесов (5 видов) (А.В. Руоколайнен).

Подготовлен к печати 2-й существенно дополненный аннотированный список лишайников и лихенофильных грибов с распределением их по биогеографическим провинциям Карелии, включающий 1218 видовых и внутривидовых таксонов. В их числе 1065 лишайников, 130 лихенофильных грибов, а также 23 вида нелихенизированных грибов, традиционно приводимых в лихенологических списках (М.А. Фадеева).

Собрана обширная коллекция, сформирована база данных и опубликованы списки видов основных отрядов насекомых, в том числе обитате-

лей съедобных грибов, мертвой древесины и вредителей леса (Е.Б. Яковлев, А.В. Полевой, А.Э. Хумала) и ископаемых клещей голоцена (Л.М. Ласкова) На сегодняшний день список насекомых карельской фауны насчитывает более 9200 видов.

Впервые в Карелии зафиксирована вспышка численности короеда-типографа, приведшая к массовому усыханию коренных еловых массивов в юго-восточной части региона (Пудожский р-н) на территории НП «Водлозерский». Это явилось следствием обширных ветровалов, прошедших в западной части парка в 2000 году. Ранее возникновение таких вспышек в климатических условиях региона считалось маловероятным. На этой территории организован мониторинг за состоянием и устойчивостью коренных древостоев, в т.ч. лесопатологический мониторинг за развитием стволовых вредителей (А.В. Полевой, А.Э. Хумала).

Обобщены материалы исследования фауны наездников-ихневмонид подсемейств *Microleptinae* s.l. и *Oxytorinae* России и ряда сопредельных территорий, составлена наиболее полная и современная свodka по палеарктической фауне этих подсемейств; издана монография «Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)» (А.Э. Хумала).

Перспективы развития НИР. Лаборатория продолжает участвовать в проработке ряда проектов Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», регионального гранта РФФИ «Грибы Республики Карелия», бюджетной темы «Организация биоты грибов, лишайников и насекомых в коренных и производных лесах средней подзоны тайги Республики Карелия» и международного проекта «ГЭП-анализ: сохранение биоразнообразия и ключевые биотопы Восточной Фенноскандии». В дальнейшем предполагается продолжать работы по инвентаризации и изучению видового состава микобиоты и энтомофауны на вновь создаваемых ООПТ, организации мониторинга биоразнообразия на существующих особо охраняемых и антропогенно нарушенных территориях, а также по формированию баз данных видового состава грибов, лишайников и насекомых на указанных объектах. Обширные материалы, накопленные за длительный период исследований, являются хорошей основой для подготовки обобщающих монографических работ, цветных атласов и учебных пособий.

Основные публикации

- Шитерович В.Я. Защита от вторичных пороков лесоматериалов хвойных пород. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. 36 с. (Удостоена премии АН СССР).
- Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 264 с.

- Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 104 с.
- Узенбаев С.Д. Экология хищных членистоногих мезотрофного болота. Петрозаводск, 1988 г. 152 с.
- Шубин В.И. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР (экологическая характеристика). Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 215 с.
- Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 208 с.
- Экосистемы Валаама и их охрана / А.А. Кучко, Н.А. Белоусова, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Карелия, 1989. 200 с.
- Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.
- Яковлев Е.Б. Двукрылые Палеарктики, связанные с грибами и миксомицетами. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 1994. 128 с.
- Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.
- Крутов В.И., Минкевич И.И., Горбунова В.Н. Грибные болезни (микозы) деревьев и кустарников: Учебн. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. 89 с.
- Грибные сообщества лесных экосистем / Ред.: В.Г. Стороженко, В.И. Крутов, Н.Н. Селочник. М.–Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 321 с.
- Полевой А.В. Грибные комары (*Diptera: Bolitophilidae, Ditomyiidae, Keroplatidae, Diadocidiidae, Mycetophilidae*) Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 84 с.
- Грибы заповедника «Кивач» (Аннотированный список видов) /Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М. и др. М., 2001. 90 с.
- Крутов В.И., Минкевич И.И. Грибные болезни древесных пород. Учебное пособие для студентов лесных вузов и слушателей факультетов повышения квалификации по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство». Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 196 с.
- Фактор биоразнообразия и комплексная продуктивность лесных экосистем северо-запада таежной зоны Европейской части России / А.Д. Волков, Т.В. Белогова, Ю.П. Курхинен, С.В. Сазонов, В.И. Шубин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 223 с.
- Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды / Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.).
- Хумала А.Э. Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (*Hymenoptera: Ichneumonidae*). М.: Наука, 2003. 175 с.
- Грибные сообщества лесных экосистем. Том. 2. / Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова. Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 311 с.
- Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-ой междунар. конф. (Ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутов). Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 388 с.
- Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги / Отв. ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 2006. 287 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСНОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ И МИКРОБИОЛОГИИ

Н.Г. Федорец

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
fedorets@krc.karelia.ru*

Краткая история лаборатории. Лаборатория лесного почвоведения и микробиологии организована в 1962 году на базе сектора лесного почвоведения (В.А. Бухман) созданного в 1957 г. при Институте леса КФ АН ССР. С 1963 по 1988 год лабораторию возглавляла к.б.н. Р.М. Морозова, с 1988 г. по настоящее время — д.с.-х.н. Н.Г. Федорец.

За 50-летний период работы достигнуты значительные успехи в области изучения лесных почв и почвенного покрова Республики Карелия, что нашло отражение в создании серии почвенных карт, публикации 20 монографий и сотен статей в тематических сборниках, в отечественных и зарубежных изданиях.

Исследования в области лесного почвоведения проводились в Институте леса по следующим основным направлениям:

- генезис лесных и болотных почв на землях гослесфонда, их диагностика и классификация;
- структура почвенного покрова в основных типах леса и ландшафтов;
- плодородие почв в лесных биогеоценозах;
- биологический круговорот в сосновых, еловых и березовых лесах;
- влияние лесохозяйственных мероприятий на лесные почвы.

Интенсивная вырубка лесов в 40-50 годы поставила перед наукой задачу — оценить влияние лесохозяйственных мероприятий на лесные почвы. На территории южной Карелии изучалось воздействие различных видов рубок, мелиорации на современные почвенные процессы (Р.М. Морозова, Н.В. Егорова, Г.Е. Пятецкий), влияние удобрений на свойства почв лесных питомников Т.И. Левкина).

С 1962 г. начались работы по изучению генезиса и свойств почв под различными типами еловых и елово-березовых лесов. Большое внимание было уделено исследованию гидротермического режима подзолистых супесчаных почв, динамике элементов минерального питания, миграции веществ с почвенными растворами, а также биологическому круговороту азота и минеральных элементов. В результате установлены экологические параметры, определяющие продуктивность насаждений, и выявлена тесная зависимость ее от содержания в почве азота и фосфора (Р.М. Морозова, В.К. Куликова).

В связи с необходимостью повышения продуктивности лесов были начаты исследования по вопросам улучшения плодородия лесных почв путем внесения минеральных удобрений. Были заложены опыты в сосновых и еловых лесах, в результате установлены дозы и сроки внесения удобрений (Р.М. Морозова, В.К. Куликова).

С 1968 года начались комплексные стационарные исследования современных процессов почвообразования на примере подзолистых песчаных почв в заповеднике «Кивач» и на опорном пункте «Кончезеро». Изучались тепловой, водный, газовый и пищевой режимы почв; химический состав природных и почвенных вод и биологический круговорот в сосняках брусничных и лишайниковых. Впервые в Карелии изучена микроструктура почвенного покрова, выявлена роль атмосферных и грунтовых вод в формировании режимов влажности почв, составлена их почвенно-гидрологическая модель, позволяющая определять начальные стадии заболачивания сосновых лесов (Р.М. Морозова, В.К. Куликова, И.П. Лазарева, Г.В. Еруков, Г.В. Власкова). На опорном пункте «Кончезеро» расширяются исследования по проблеме повышения плодородия почв. Изучено влияние азотных удобрений на химические свойства, пищевой режим подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв, получены данные о балансе вносимых элементов (В.К. Куликова, Н.Г. Федорец). Экспериментальные материалы легли в основу «Методических рекомендаций по применению удобрений в лесах Карельской АССР» (1981).

Начатые в 1975 году исследования структуры почвенного покрова, продолжены в районе Костомукши, где впервые проведены работы, связанные с инвентаризацией, учетом и качественной оценкой земельных ресурсов (Г.В. Еруков, Р.М. Морозова, И.П. Лазарева). Одновременно продолжают исследования влияния антропогенного воздействия на почвы республики: (А.А. Стрелкова), удобрений (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец), лесосушительной мелиорации (Р.М. Морозова), лесозаготовительной техники (И.П. Лазарева), рекреации (И.П. Лазарева, Р.М. Морозова). Были развернуты работы, связанные с определением роли почвы как компонента ландшафта, классификацией, диагностикой и повышением плодородия лесных почв. Проводились исследования, связанные с воздействием отходов ЦБК на лесные почвы и с их утилизацией (Н.Г. Федорец, Р.В. Леонтьева).

С 1980 года развернулись работы по изучению структуры почвенного покрова ландшафтов южной Карелии и разработке основ классификации лесных земель. Составлена крупномасштабная карта Валаамского архипелага (Р.М. Морозова, И.П. Лазарева). Значительное развитие в лаборатории получили исследования, связанные с биологией лесных почв. Первые работы по микробиологической характеристике основных почвенных

разностей и обоснованию способов обработки почв вырубок под лесные культуры появились в Карелии в середине пятидесятых годов: рассматривался состав микробоценозов в основных типах леса, уделялось внимание воздействию лесохозяйственных мероприятий на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, рубок леса. К 60-м годам относится начало исследований по влиянию на биологическую активность лесоосушительной мелиорации и обработки торфяно-болотных почв (В.И. Шубин, В.М. Данилевич, Г.С. Пятецкий, Р.М. Морозова). Были выявлены пути оптимизации биологической активности торфяно-болотных почв, определяющие изменения лесорастительных условий при осушении и внесении удобрений (Л.С. Козловская, Л.М. Загуральская, Г.С. Антипина). Л.С. Козловской было положено начало исследованиям по почвенной зоологии, определена роль отдельных групп беспозвоночных, специфика их участия в деструкции растительных остатков, характер взаимоотношений с микроорганизмами. Результаты работ обобщены в монографии Л.С. Козловской «Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества» (1976).

Впервые в Северо-Западном регионе начаты исследования по разложению отдельных торфообразующих растений (Л.С. Козловская, Н.И. Германова, Р.А. Егорова). Выявлены основные закономерности и региональные особенности процессов деструкции органического вещества и факторы, определяющие их ускорение и повышение плодородия почв.

Детальное изучение перечисленных вопросов дало возможность перейти к разработке путей направленного регулирования характера и интенсивности обменных процессов в системе почва-растение, что является важным аспектом хозяйственного использования почв.

Вопросы изучения структуры альгосинузий освещены в монографии Э.А. Штины, Г.С. Антипиной, Л.С. Козловской «Альгофлора болот Карелии и ее динамика» (1981). В настоящее время расширены исследования на суходолах в естественных и формирующихся антропогенных биогеоценозах. Изучаются структурно-функциональные особенности сообществ почвенных организмов, их роль в почвообразовательном процессе и выделены сукцессионные ряды. Проводимые исследования позволяют наметить пути направленного воздействия на микробную компоненту различными мелиоративными и агротехническими средствами с целью повышения интенсивности процессов биологической минерализации органического вещества. Необходимо показать возможность использования почвенно-микробиологических исследований для прогнозирования экологических последствий проведения лесохозяйственных мероприятий, обоснования наиболее целесообразных режимов обработки почв под лесные культуры.

Утвержденные направления и современная тематика НИР.

В настоящее время в лаборатории ведут исследования 1 доктор, 4 кандидата наук, 6 химиков-аналитиков и 2 аспиранта. Исследования проводятся по следующим, утвержденным Российской академией наук, направлениям:

- географические особенности структуры почвенного покрова, генезис и плодородие лесных почв, их диагностика, классификация, продуктивность;

- антропогенная трансформация; потоки химических элементов в системе атмосфера-растительность-почва;

- роль микробиоты в процессе почвообразования.

Многолетние исследования лаборатории лесного почвоведения и микробиологии позволили приступить к моделированию процессов почвообразования, составлению кадастра лесных земель и разработке научных основ почвенного мониторинга (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, И.П. Лазарева, Г.В. Еруков, Г.В. Шильцова, О.Н. Бахмет).

На данном этапе продолжается исследование структуры почвенного покрова и лесорастительных свойств почв, существенно модифицирована почвенная карта региона, составлен ряд крупномасштабных карт охраняемых природных территорий (заповедника «Кивач», российско-финляндского парка «Дружба», планируемых ООПТ (Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет, Н.Г. Федорец). В это же время развивается активное сотрудничество Института леса КарНЦ РАН с Лесным институтом Финляндии: проводятся исследования почв приграничных территорий и влияние различных способов ведения лесного хозяйства на них. Разработаны концептуально-балансовые модели круговорота азота в сосновых лесах региона и принципы бонитировки лесных земель северо- и средне-таежных подзон Северо-Запада России. Обобщены многолетние данные по содержанию и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах. Исследуется биохимический состав лесных подстилок и их роль в процессах продуктивности лесных биогеоценозов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Регулярно проводится оценка загрязнения почв аэротехногенными поллютантами и его динамики за каждые пять лет. Составлены карты загрязнения РК тяжелыми металлами. Эти карты вошли в атласы «Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1995 and 1995-1996» (1996, 1998) и «Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой» (1998) (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, Г.В. Шильцова). Подготовлена монография «Почвы Карелии: геохимический атлас» (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, А.Н. Солодовников). По договору с Министерством сельского хозяйства республики проводится исследование эко-

логического состояния почв крупных промышленных центров республики: Петрозаводска, Костомукши, Кондопоги (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, М.В. Медведева).

По программе ОБН РАН «Проблемы общей биологии и экологии : рациональное использование биологических ресурсов» исследуются природные факторы формирования биоразнообразия в лесных экосистемах средней тайги (Н.Г. Федорец, В.И. Крутов). По основным направлениям фундаментальных исследований ОБН РАН проводится изучение эколого-геохимических и биологических закономерностей почвообразования в таежных лесных экосистемах (Н.Г. Федорец). Совместно с другими лабораториями Института леса по программе фундаментальных исследований ОБН РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» продолжается изучение лесных ресурсов Республики Карелия, проводится оценка состояния, динамика и разрабатываются научные основы управления, дается оценка биоресурсного потенциала лесных ландшафтов в условиях северо-запада таежной зоны России, выявляются их природные особенности, методы сохранения и восстановления. Совместно с лабораторией лесовосстановления проводятся исследования воздействия лесохозяйственных мероприятий (посадка леса на вырубках) на свойства почв. Устанавливаются особенности воздействия различных способов искусственного лесовосстановления на свойства почв различного механического состава и уровня увлажнения.

В рамках программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования» разрабатывается проект «Разработка технологии утилизации отходов деревообрабатывающих производств и целлюлозно-бумажных комбинатов» (Н.Г. Федорец).

Сотрудники лаборатории принимали участие в проекте ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 годы». Исследовали воздействие агропромышленного комплекса на окружающую среду на Европейском Севере.

Исследования лаборатории поддерживаются российскими и международными грантами. Получено 8 грантов РФФИ, 2 гранта фонда содействия отечественной науке, 8 международных грантов.

Основные итоги фундаментальных НИР

Обобщены результаты многолетних исследований содержания и трансформации органического вещества в лесных биогеоценозах Восточной Фенноскандии. Установлены основные факторы формирования гумусовых профилей различных типов почв в сосновых и еловых лесах. Выяв-

лена роль почвенной фауны и микробиоты в трансформации растительного вещества и в формировании количественного и качественного состава азотных соединений, их пространственной и временной изменчивости. Установлено, что структура азотного фонда лесных почв характеризуется высокой стабильностью в зональном и экологическом аспектах. Воздействие лесохозяйственных мероприятий проявляется во временном изменении количественных показателей. Стабильность азотного фонда лесных почв определяет устойчивость характера биологического круговорота в лесных экосистемах. Выявлена тесная корреляционная взаимосвязь между продуктивностью хвойных древостоев в гумидной зоне и запасами органического вещества и азота в корнеобитаемом слое почв. Данные исследования легли в основу бонитировки лесных почв Карелии и представлены в виде монографии «Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах» (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Впервые для северной и среднетаежной подзон Северо-Запада России разработаны принципы бонитировки лесных земель и составлены оценочные шкалы плодородия лесных почв, являющиеся основой земельного кадастра. Составлены генетическая почвенная карта М 1:1000 000 и карта плодородия лесных почв Карелии М 1:500 000. Исследована структура почвенного покрова, показано, что ведущую роль в его строении играют 3-4 компонентные сочетания подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв. Элементарные почвенные ареалы представлены болотными и примитивными почвами. Проведен анализ взаимосвязей показателей почвенного плодородия и продуктивности лесов, выявлены наиболее информативные группы почвенных свойств. На основании генезиса, плодородия, структуры почвенного покрова в лесных биогеоценозах разработана система типологической оценки лесных почв. Построены многофакторные модели связи продуктивности древостоев с параметрами плодородия почв, проведено районирование территории Республики Карелия по почвенным лесорастительным показателям (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Впервые проведено обследование лесной территории Карелии и дана оценка ее состояния в связи с аэрогенным загрязнением. Разработаны оценочные шкалы содержания тяжелых металлов и серы во мхах и лесных подстилках. Определены региональные фоновые концентрации. Создан атлас загрязнения лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой, состоящий из 20 компьютерных картосхем. Заложена сеть пробных площадей лесного мониторинга (120 п.п., плотность = 1 пр. пл. на 1000 кв. км). Дана оценка воздушного загрязнения на территории Карелии по химическому анализу зеленых мхов и лес-

ных подстилок, выявлены основные вещества-загрязнители. Исследования проводились в рамках международных проектов “Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe, 1995, Air Pollution and Vegetation, 2000, 2005). Установлено, что основными источниками аэротехногенных поллютантов на территории республики являются промышленные центры и основные транспортные магистрали, а также предприятия граничащих с Карелией регионов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

Разработаны теоретические аспекты процессов буроземообразования на шунгитсодержащих материнских породах, раскрывающих их структурную организацию и функции как природного тела, разработана диагностика и таксономия данных почв. Выявлена реакция буроземных почв на различные виды антропогенного воздействия, начиная с микро- до макроуровня. Проведено почвенно-геохимическое районирование Заонежья, которое показывает территории с различной степенью устойчивости почв и почвенного покрова к воздействию лесопромышленного и горно-рудного производства и их способность к рекультивации (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

Разработана концепция сохранения разнообразия почв как условия сохранения биоразнообразия лесных экосистем Северо-Запада России. Исследована внутрибиогеоценотическая изменчивость основных почвенных параметров, определены факторы данной неоднородности. Выявлены минералогические и химические характеристики почвообразующих пород, определяющие разнообразие почв и биоразнообразие сообществ, сформировавшихся на них. Показана приуроченность основных представителей флоры и фауны таежных лесов (сосудистых растений, мхов, грибов, лишайников, энтомофауны, микроорганизмов, позвоночных животных и др.) к определенным лесорастительным условиям. Установлено, что антропогенное воздействие на видовое разнообразие биотопов таежных экосистем неоднозначно и тесно связано с его структурой и эколого-трофическими условиями (Н.Г. Федорец, В.И. Крутов, О.Н. Бахмет, Р.М. Морозова, А.М. Крышень).

Впервые проведено изучение почв и структуры почвенного покрова приграничной территории России и Финляндии, а также российско-финляндского парка «Дружба». Составлены генетические почвенные карты М 1: 200 000 и М 1: 50 000 с легендой в терминологии ФАО ЮНЕСКО (1990). Выявлено влияние интенсивного ведения лесного хозяйства на процессы почвообразования на территории Финляндии в сравнении с почвами ненарушенных лесных массивов приграничной полосы Карелии. Установлено, что интенсивное лесохозяйственное освоение территории приводит к снижению содержания органического вещества и повышению

кислотности почв сухих местообитаний. Однако, современные технологии ведения лесного хозяйства, применяемые в Финляндии, позволяют сохранить плодородие лесных почв, о чем свидетельствуют высокие запасы в них элементов минерального питания (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

На основании многолетних исследований обобщены данные по почвенному фонду республики, площадному распределению почв в подзонах северной и средней тайги Карелии. Дана характеристика почв сосновых, еловых и лиственных лесов и различных типов вырубок разного возраста. Приведены сведения о кислотно-щелочных свойствах почв и запасах элементов минерального питания в корнеобитаемом слое. Дана характеристика плодородия земель сельскохозяйственного назначения. По данным материалам опубликована монография «Земельные ресурсы Карелии и их охрана» (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец).

Впервые проведен эколого-геохимический анализ миграции химических элементов в почвах Восточной Фенноскандии, составлен геохимический атлас карт. Охарактеризованы особенности накопления и миграции макро- и микроэлементов в профиле различных типов почв. Полученные данные позволили разделить автохтонное и аллохтонное поступление химических элементов в лесные почвы. Большое внимание уделено экологическому состоянию почв на территориях, испытывающих повышенные антропогенные нагрузки. Проведено ранжирование отдельных районов по степени аэротехногенного воздействия на лесные почвы (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет). Оценены морфологические и биохимические характеристики органо-профилей лесных почв Северо-Запада России в качестве индикаторов химических свойств почв и продуктивности древесных насаждений. Показано, что для древостоев на маломощных почвах, развитых на коренных породах, решающее значение имеет количество и качество органического вещества. Для произрастания древостоев на почвах большей мощности, развитых на моренных отложениях, определяющим фактором, явилось количество элементов минерального питания. Построены многофакторные модели связи продуктивности древостоев с высокосignификантными показателями органической составляющей почв. (О.Н. Бахмет).

Рассмотрены особенности экологии городских почв. Показана роль микроорганизмов как индикаторов качества почв урбанизированных территорий. Разработаны рекомендации по устранению негативных воздействий на городские земли (Н.Г. Федорец, М.В. Медведева).

Прикладные разработки и практическое использование результатов НИР

Составлены генетическая почвенная карта М 1:1000 000 и карта плодородия лесных почв Карелии, которая служит основой составления земельного кадастра РК (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова).

Составлены почвенные карты охраняемых и особо охраняемых природных территорий, которые используются при выделении ООПТ. Распоряжением Правительства РФ от 30.11.2006 г. № 1654-р на территории Республики Карелия создается национальный парк «Калевальский», в обосновании которого принимали участие сотрудники лаборатории (Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет).

По договору с национальным парком «Водлозерский» организован мониторинг состояния и устойчивости коренных древостоев (А.И.Чех, Л.В.Бабкина).

Созданы два атласа цветных карт загрязнения территории Республики Карелия тяжелыми металлами и серой (Н.Г. Федорец, В.В. Дьяконов, П.Ю. Литинский, О.Н. Бахмет, Г.В. Шильцова, А.К. Морозов, А.Н. Солодовников).

В рамках программы ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002—2006 г. г.) исследована экологическая ситуация и состояние почв в малых населенных пунктах. Разработаны рекомендации по устранению негативных техногенных воздействий на городские почвы, включая Петрозаводск, которые переданы в мэрию г. Петрозаводска (Н.Г. Федорец, М.В. Медведева, Е.В. Мошкина, Ю.Н. Ткаченко).

По договору с музеем-заповедником Кижи создана карта загрязнения острова тяжелыми металлами, включая почвы садов и огородов, а также выращиваемую на них сельскохозяйственную продукцию (Р.М. Морозова, Н.Г. Федорец, Ю.Н. Ткаченко).

По договору с «Центрлеспроект» (г. Москва) разработаны методы рекультивации нарушенных почв о. Валаам (Н.Г. Федорец, Г.В. Шильцова, В.Г. Ласточкина).

Опубликованы 3 учебно-методические пособия для студентов ВУЗов: «Плодородие почв Карелии» (Н.Г.Федорец, Р.М.Морозова), «Динамика почв лесных ландшафтов Карелии» (Н.Г. Федорец, Р.М. Морозова, О.Н. Бахмет), «Методы классифицирования и описания фитоценозов и почв» (А.М. Крышень, Н.Г. Федорец, Ю.В. Преснухин, С.М. Синькевич).

Исследованы химический и токсикологический состав отходов ДОП и ЦБК для их утилизации путем создания органических удобрений (Н.Г.Федорец, О.Н.Бахмет).

Создан электронный банк данных морфологических, физических и химических свойств почв, который постоянно пополняется (А.Н. Солодовников).

В районе Костомукшского ГОКа (ОАО «Карельский окатыш») организован локальный эколого-биологический мониторинг, а также полигон интегрированного мониторинга, на котором совместно с сотрудниками других институтов Карельского научного центра и Лесным институтом Финляндии проводились исследования воздействия аэротехногенных выбросов и трансграничного переноса поллютантов на лесные экосистемы.

В среднетаежной подзоне Карелии оборудованы две пробные площади и проводятся исследования по международной программе «ICP-Forests» с целью оценки состояния лесов (Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет).

На отвалах карьера по добыче железной руды проводится исследование первичных процессов восстановления биогеоценозов (Н.Г. Федорец, А.И. Соколов, Г.В. Шильцова, Н.И. Германова, А.М. Крышень, Г.С. Антипина).

Перспективы развития НИР

В соответствии с основными утвержденными направлениями исследований лаборатории планируется дальнейшее углубленное изучение генезиса лесных почв, установление роли лесных подстилок для продуктивности древесных насаждений, исследование биохимического состава органической составляющей почвы. Значительное внимание будет уделено процессу микробиологической трансформации азотсодержащих соединений, процессам превращения одних форм в другие. Планируется перейти к представлению азотного фонда от фракций, выделяемых путем применения различных растворителей, а к исследованию химического состава легко-, трудно- и негидролизующих форм. Значительное внимание будет уделено исследованию первичных процессов почвообразования на коренных породах, особенно — микроморфологическим исследованиям.

Планируется переход к составлению электронных крупномасштабных почвенных карт РК, включая охраняемые природные территории.

Продолжатся эколого-геохимические исследования в различных ландшафтах северной и средней тайги. Будут исследоваться особенности распределения макро- и микроэлементов в профиле почв, выделяться радиальные и латеральные геохимические барьеры. Планируется составление геохимической карты РК.

Значительное внимание планируется уделять влиянию антропогенного воздействия на лесные почвы (рекреация, рубка леса, загрязнение территории, включая потоки химических элементов в системе атмосфера-растение-почва).

Дальнейшее развитие получают исследования плодородия лесных почв, для чего планируется создание атласа карт продуктивности почв на основе карты плодородия М 1:500000.

Основные публикации

За период существования лаборатории лесного почвоведения и микробиологии опубликованы монографии и сборники статей:

Морозова Р.М., Володин А.М., Федорченко М.В. и др. Почвы Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1981. 192 с.

Генезис и свойства песчаных почв Карелии / Ред. Л.С.Козловская, Р.М.Морозова. Ленинград: Наука, 1982. 144 с.

Влияние хозяйственных мероприятий на лесные почвы Карелии / Ред. Л.С. Козловская, Р.М. Морозова. Петрозаводск: Изд-во Кар. филиала АН СССР, 1983. 164с.

Еруков Г.В., Власкова Г.В. Гидротермический режим почв сосновых лесов Карелии. Л.: Наука, 1986.111с.

Исследование лесных почв Карелии / Ред. Р.М.Морозова, Л.М. Загуральская. Петрозаводск: Изд-во Кар. филиала АН СССР, 1987. 173 с.

Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.

Антропогенная динамика почв таежных экосистем / Ред. О.Г.Чертов. Петрозаводск: Карелия, 1992. 218 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Современные процессы почвообразования в хвойных лесах Карелии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1992. 282 с.

Загуральская Л.М. Микробная трансформация органического вещества в лесных почвах Карелии. Санкт-Петербург: Наука, 1993. 136 с.

Морозова Р.М. Систематика почв Карелии в терминологии ФАО-ЮНЕСКО. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1996. 19 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Бахмет О.Н. Почвенный покров лесных ландшафтов Карелии и его антропогенная динамика: Учебное пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 82 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 194 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М. Плодородие лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 114 с.

Морозова Р.М., Лазарева И.П. Почвы и почвенный покров Валаамского архипелага Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 169 с.

Федорец Н.Г., Дьяконов В.В., Литинский П.Ю., Шильцова Г.В. Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 50 с.

Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности и трансформация соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003.240 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 187 с.

- Морозова Р.М., Федорец Н.Г.* Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 153 с.
- Федорец Н.Г., Медведева М.В.* Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 96 с.
- Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах. Материалы международной конференции. Петрозаводск, Россия, 6-10 сентября 2005 г. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 345 с.
- Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах. Путеводитель почвенных экскурсий международной конференции. Петрозаводск, Россия, 6-10 сентября 2005 г. РИО КарНЦ РАН, 2005. 79 с.
- Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги / Ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 287 с.

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИОЛОГИИ И ЦИТОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Л.Л. Новицкая

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50
novits@krc.karelia.ru*

История создания лаборатории физиологии и цитологии древесных растений. Исследования в области физиологии древесных растений в Институте леса начаты в 1959 г., когда при секторе лесоведения была создана группа физиологии и биохимии древесных растений (рук. к.б.н. Р.К. Саляев, впоследствии чл.-корр. РАН, проф.). В 1962 г. на ее базе организована лаборатория физиологии древесных растений, в последующем несколько раз менявшая свою структуру и название (в 1962—1988 гг. зав. к.б.н. Ю.Е. Новицкая, в 1988—1994 гг. — к.б.н. В.В. Габукова, в 1994—1997 гг. — к.б.н. Т.А. Сазонова). Одновременно в Институте леса развивалось селекционно-генетическое направление, в рамках которого с 1960 г. под руководством к.с.-х. н. В.И. Ермакова начато широко-масштабное изучение формового разнообразия популяций сосны обыкновенной в Карелии и Мурманской области, ели, осины и березы в Карелии. В 1968 г. была создана лаборатория генетики и селекции древесных растений (и.о. зав. к.с.-х.н. В.И. Ермаков), в 1973 г. — лаборатория цитологии, генетики и селекции древесных растений (в 1973—1977 гг. зав. к.б.н. Г.М. Козубов, в 1977—1985 гг. — к.с.-х.н. В.И. Ермаков, в 1986—1993 гг. — к.б.н. В.В. Тренин, в 1993-1997 гг. — к.б.н. Л.Л. Новицкая). В 1997 г. на базе этих лабораторий сформирована нынешняя лаборатория физиологии и цитологии древесных растений, которую по настоящее время возглавляет д.б.н. Л.Л. Новицкая.

Направления НИР. В настоящее время сотрудники лаборатории проводят исследования по следующим направлениям:

- структурно-функциональные и эколого-физиологические закономерности биопродукционного процесса в лесных фитоценозах;
- биохимические и физиологические процессы у древесных растений в природе и культуре *in vitro*.

Важнейшие результаты НИР в области цитологии древесных растений

Цитологические исследования ведутся в Институте леса с 1963 г. Под руководством Г.М. Козубова было начало изучение биологических особенностей плодоношения главных лесообразующих пород в условиях

Севера. Подробно рассмотрены морфолого-экологические особенности репродуктивной сферы хвойных, прослежены микро- и макроспорогенез, гаметогенез, процессы формирования эмбрионов, описана ультраструктура микроспороцитов, пыльцы, нуцеллуса, женского гаметофита и др. По материалам исследований совместно с Ботаническим институтом АН СССР им. В.Л. Комарова изданы «Атлас ультраструктуры растительных клеток» (1972), удостоенный премии АН СССР им. К.А. Тимирязева, и «Атлас ультраструктуры растительных тканей» (1980). Продолжение электронно-микроскопического изучения генеративной сферы хвойных позволило в дальнейшем получить материалы, характеризующие ультраструктуру клеток основных тканей репродуктивных органов хвойных в ходе их развития, а также сроки прохождения основных эмбриологических процессов и их особенности у представителей семейства сосновых в условиях Карелии. Практически была заложена основа нового направления в эмбриологии хвойных — ультраструктурная эмбриология хвойных (Г.М. Козубов, В.В. Тренин).

Важные в научном отношении результаты были получены при изучении ультраструктуры клеток мезофилла хвои сосны и ели в годичном цикле. Выявлены изменения в структурной организации клеток мезофилла, которые свидетельствуют о переходе их из одного состояния дифференциации в другое, что сопровождается функциональными изменениями различных систем клетки, и прежде всего функций питания и дыхания. Летом хвоя функционирует как листья обычных высших растений и ультраструктура хлоренхимы аналогична тонкому строению мезофилла других высших растений. В осенне-зимне-весенний период клетки мезофилла приобретают строение, характерное для секреторных и выделительных клеток. Показано значение этих изменений с точки зрения адаптации фотосинтезирующей ткани хвойных к неблагоприятным условиям среды, выработанной в процессе длительной эволюции (Ю.Е. Новицкая).

Следующее направление в цитологических исследованиях связано с изучением биологии карельской березы, включая механизмы формирования ее узорчатой древесины. Работы были начаты с анализа фрагментов аномальной древесины уникального древесного растения, который выявил комплекс постоянных особенностей ее субмикроскопического строения, не зависящих от жизненной формы растения (к.б.н. Л.А. Барильская). Эти исследования продолжены и расширены в ходе изучения морфогенеза при регенерации тканей ствола обычной березы. Результаты микроскопического анализа последовательных этапов формообразовательных процессов позволили выявить определенное сходство между аномальным ксилемо- и флоэмогенезом в очагах поранения у березы повислой с обычным строением тканей ствола и формированием тканей

вторичного проводящего цилиндра в зонах структурных аномалий ствола карельской березы. Показано, что в процессе заживления ран по мере восстановления целостности и нормального функционирования путей флоэмного транспорта ассимилятов специфический морфогенез постепенно уступает место формированию обычных по строению тканей. Данный вывод послужил основой для изучения ультраструктурных особенностей проводящей флоэмы березы карельской в связи с формированием древесины разной степени узорчатости, результаты которого позволили подойти к пониманию метаболических причин нарушения обычной архитектоники тканей вторичного проводящего цилиндра ствола (Л.Л. Новицкая).

Важнейшие результаты НИР в области физиологии древесных растений

Первые работы по физиологии растений в Институте леса были связаны с исследованием механизмов поглощения веществ корнем. Был решен ряд вопросов, касающихся влияния минеральных и органических удобрений на поступление элементов зольного питания и азота в семена основных лесообразующих пород таежной зоны. Изучение физиологии активной части корневых систем позволило установить взаимосвязи между ростовыми процессами в корневых окончаниях и их поглотительной способностью. Был установлен критический порог поступления питательных веществ из почвы в корень и выявлены оптимальные сроки внесения удобрений (руководитель направления — в то время к.б.н. Р.К. Саляев).

Участие в лесоводческих исследованиях, направленных на решение задач лесовосстановления и повышения продуктивности лесов привело в дальнейшем к расширению тематики исследований. Основным направлением стало изучение физиологии и биохимии роста и развития хвойных растений и адаптации их к условиям Севера. Было изучено влияние типов леса, классов роста деревьев, породного состава насаждений, условий минерального питания, светового и температурного режимов на показатели основного и вторичного обменов веществ, содержание и соотношение ингибиторов и стимуляторов роста, количественный и качественный состав пигментов пластид, окислительно-восстановительные процессы, ультраструктуру клеток мезофилла, структуру и плотность древесины. Полученные в этот период данные имели как прикладное, так и общебиологическое значение, в частности внесли важный вклад в понимание становления растительной формы жизни в процессе эволюции. Высокий уровень новизны имели работы по составу транспирационной жидкости. Впервые было показано, что растения в процессе жизнедеятельности выделяют в окружающую среду наряду с летучими органическими веществами и водорастворимые неорганические соединения (аммиачный и нит-

ратный азот, фосфор, калий). Выделение перечисленных химических веществ происходит одновременно с транспирацией. Это позволило расширить представление о самом процессе транспирации, под которым теперь понимают не только испарение воды, но и выделение вместе с водой различных химических веществ. Проведение исследований в годичном цикле позволило выявить взаимосвязь физиолого-биохимических процессов между собой, связь структуры и функций и закономерности изменений обмена веществ и ультраструктуры клеток мезофилла хвои. Показано, что у хвойных растений в течение года дважды наблюдаются глубокие изменения обмена веществ и ультраструктуры: в сентябре — октябре, при переходе от летнего к зимнему периоду, и в марте — апреле, при переходе от зимнего к летнему. При изучении молекулярной организации пигментной системы установлено, что в интактной пластиде зеленые пигменты образуют сложные комплексы с белками и липидами. Характер связи пигментов с ними меняется в зависимости от сезона года. Особенно высокая прочность хлорофилла со своими носителями наблюдается в ноябре-январе, самая низкая — в мае-июне. В результате оригинальных опытов впервые были получены данные, свидетельствующие о наличии синтеза хлорофилла «а» в хвое сосны зимой в полной темноте. Пластическим материалом для этих синтезов могли служить только готовые органические вещества, содержащиеся в цитоплазме. Сопоставление данных физиолого-биохимического анализа с сезонными особенностями ультраструктуры клеток мезофилла хвои дало основание предположить наличие у хвойных зимой гетеротрофного питания и получение энергии за счет различных типов дыхания. Показано усиление в хвое в осенне-зимне-весенний период анаэробного и пентозофосфатного путей дыхания. В неблагоприятных условиях среды у хвойных растений выявлена высокая активность пероксидазы — фермента, катализирующего окисление субстратов с помощью перекиси водорода, при разложении которой образуется атомарный кислород, обладающий очень высокой активностью. Сделан вывод о том, что способность хвойных растений длительное время поддерживать обмен веществ без кислорода воздуха при участии метаболического кислорода во многом определяет перенесение ими неблагоприятных периодов, в том числе зимних условий. Неполное окисление органических веществ при анаэробном дыхании создает возможность участия их в процессах синтеза, а также способствует образованию и накоплению высоковосстановленных соединений, в том числе липидов, куда входят и углеводороды (эфирные масла и смолистые вещества). Протекание указанных биохимических процессов в зимней хвое возможно только при ее достаточной оводненности. Установлено, что сохранению высокой оводненности хвои в это время способствует ряд внешних приспособлений,

защищающих растения от потери воды при транспирации (иглы покрываются толстым слоем кутикулы с налетом воска, устьища закрываются, и происходит их засмоление). Большое влияние на состояние водного режима оказывает внутреннее состояние клеток мезофилла, у них изменяются свойства протоплазмы, в результате чего увеличивается водоудерживающая сила и усиливается сопротивляемость отдаче воды. Почти вся вода представлена фракцией жесткоструктурированной воды. Сохранение на определенном уровне оводненности хвои зимой обусловлено также высоким содержанием олигосахаридов, которые образуют комплексные соединения с протоплазмными белками и увеличивают оводненность плазмменных коллоидов, и калия, обладающего высокой гидрофильностью. Определенное влияние на водный режим хвойных растений оказывает метаболическая вода, образующаяся при конденсации высокополимерных соединений, в том числе углеводов, при окислении липидов, расщеплении АТФ и т.д. (руководитель направления — к.б.н. Ю.Е. Новицкая).

В 1971 г. в лаборатории физиологии древесных растений была организована научная группа, состоящая в основном из физиков. Этот коллектив, используя созданную им оригинальную систему непрерывной регистрации экофизиологических процессов, занимался исследованием временной организации процессов фотосинтеза, транспирации, роста, их взаимных связей и связи со средой. Полученные данные позволили выявить ритмологические и параметрические аспекты адаптации сосны к условиям Севера. Измерены количественные величины транспирации и потребления влаги сосной и средневозрастными сосновыми насаждениями. Исследованы суточная и сезонная динамика CO_2 -газообмена побегов сосны обыкновенной и влияние на нее внешних и внутренних факторов. Рассчитаны месячные и годовые балансы CO_2 -газообмена в разных типах леса. В совместных проектах с Академией Финляндии разработаны модели отдельных физиологических процессов и варианты динамических моделей сосновых лесов до 100 лет. Существенные результаты получены при исследованиях закономерностей формирования структуры сосны. Показано, что в транспортной системе дерева между размерами и массой разных органов существуют строгие линейные связи, сохраняющиеся во всем ареале сосны, вплоть до Воронежа, Иркутска и Китая. На основе количественных величин потребления влаги и закономерностей формирования структуры найдены инвариантные характеристики водного режима, показано, что тонна хвои испаряет, а единица площади ксилемы проводит за год в любых сосновых древостоях постоянное количество воды. Выявленные закономерности значительно облегчают исследование таксационных характеристик и балансовых показателей древостоев. Проведено

исследование роста и развития сосновых древостоев в условиях длительного и интенсивного влияния токсичных поллютантов (Мончегорск). Основой для исследований служила информация, полученная ранее в относительно чистых условиях. Показано, что воздействие токсикантов приводит к закупорке устьиц, деструкции воскового налета и структурных элементов хвои, снижению фотосинтеза (до 40% от естественного уровня), дыхания (на 50%), нарушениям в водном режиме и значительному снижению интенсивности роста. Интенсивно загрязненные древостои из объектов стока CO_2 превращаются в источник эмиссии CO_2 в атмосферу, что может оказать влияние на глобальный цикл углерода (руководитель направления — д.б.н. Л.К. Кайбияйнен).

С 1986 г. по 1991 г. исследования лаборатории были направлены на изучение физиолого-биохимических характеристик процессов сексуализации и семеношения сосны. Сравнительное изучение разнополых побегов позволило определить, что различия между ними носят чисто количественный характер и не проявляются на качественном составе исследуемых веществ. Направленность сезонной динамики основных метаболитов в годичном цикле развития, обусловленная сезонной периодичностью климата, сохраняет свои особенности в побегах разной сексуализации и у деревьев различной семенной продуктивности, однако на определенных этапах половой дифференциации ткани побегов, несущих генеративные органы, предъявляют неодинаковые требования к условиям внешней и внутренней среды, по-разному трансформируют в метаболизме одни и те же вещества. Это вызывает не только изменение концентраций исследуемых веществ, но и временной сдвиг максимумов и минимумов в их динамике в зависимости от этапа морфогенеза, типа сексуализации и урожайности клона. Следующим этапом стало изучение влияния промышленного загрязнения на физиологические процессы у сосны. В ходе исследований в районе Костомукшского ГОКа была выявлена скрытая фаза деградации сосняков. В качестве диагностического признака для ее определения, а также выявления силы воздействия эмиссий предложено использование величины коэффициентов накопления серы, калия, хлорофилла «а», индексы охвоенности побега и продолжительности жизни хвои (руководитель направления — к.б.н. В.В. Габукова).

Дальнейшие исследования были связаны с выявлением физиолого-биохимических показателей, по которым можно было бы характеризовать ход роста и развития сосны на отдельных этапах онтогенеза. Изучение особенностей метаболизма азотистых соединений, углеводов, липидов, пигментов, активности и изоферментного спектра пероксидазы показало, что на протяжении всей жизни растение стремится к поддержанию гомеостаза. Основные биохимические характеристики не зависят от воз-

раста растения, а направлены на осуществление главных жизненных функций (рост и размножение), на адаптацию сосны к перенесению неблагоприятных условий окружающей среды, в частности, низких температур зимы. На всех этапах онтогенеза одинакова динамика физиолого-биохимических характеристик при переходе сосны к росту и в покоящееся состояние. В то же время показано, что на разных этапах индивидуального развития дерева обменные процессы имеют свои особенности. Выявлены изменения уровня белков, свободных аминокислот, растворимых и нерастворимых углеводов, суммарных липидов, фосфорсодержащих соединений в процессе прорастания семян сосны, формирования проростков и сеянцев, в период начала плодоношения и в годы обильного заложения генеративных органов, а также в ходе естественного затухания физиологических функций (руководители направления — к.б.н. Т.А. Шуляковская, д.б.н. Н.П. Чернобровкина).

Широкие перспективы для изучения вопросов морфо- и органогенеза древесных растений открывает метод культуры тканей. В данной связи в лаборатории создана соответствующая экспериментальная база, на основе которой ведется изучение потенциальных способностей отдельных органов и тканей березы к морфогенезу и регенерации *in vitro*. На сегодняшний день проведена отработка этапов клонального микроразмножения березы от введения исходных тканей (эксплантов) в культуру до получения растений-регенерантов. Осуществляется массовое воспроизводство селекционных форм с целью получения посадочного материала и создания долгосрочных опытов по изучению роста и развития растений, полученных из изолированной культуры тканей (руководитель направления — д.б.н. Л.В. Ветчинникова).

В последние 10 лет особое внимание в исследованиях лаборатории уделяется изучению цитологических, физиолого-биохимических и эколого-физиологических аспектов отклонений от нормального роста и развития древесных растений. Исследования в данном направлении, как и в прежние годы, нацелены на решение фундаментальной проблемы физиологии древесных растений — выявление механизмов регуляции их роста и развития, поиск путей эффективного управления этими процессами. Изучение растений с аномалиями роста и развития органов и тканей имеет ряд преимуществ, среди которых можно отметить следующие: любое отклонение от нормы позволяет глубже и всесторонней понять механизм нормального процесса, что в дальнейшем дает возможность более эффективно управлять им; формирование структурных аномалий ствола часто становится причиной снижения общей продуктивности древесного растения и качества древесины; возникновение многих экзогенных и эндогенных аномалий связано с загрязнением окружающей среды промышлен-

ными отходами, пестицидами, радиоактивными веществами, и соответственно древесные растения могут служить индикаторами таких загрязнений; отклонение от нормального роста и развития осевых органов часто связано с изменением текстуры древесины и, таким образом, открывает пути для изучения закономерностей ее формирования (руководитель направления НИР — д.б.н. Л.Л. Новицкая).

В связи с выбором нового направления исследований лаборатории следует отметить, что аномалиям роста и развития древесных растений в Институте леса всегда уделялось должное внимание. С момента его организации в 1958 г. и по настоящее время среди постоянных объектов исследования находится карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti), широко известная в мире благодаря высокодекоративной узорчатой древесине. Большой вклад в изучение биологических особенностей этого древесного растения внесли два бывших директора Института леса — к.с.-х.н. Н.О. Соколов и к.с.-х.н. В.И. Ермаков. Выявлены ее морфолого-систематические, биолого-экологические и фитогенетические свойства (Н.О. Соколов); установлены закономерности проявления в гибридном потомстве первого поколения признаков узорчатой текстуры древесины и связанных с ними габитуальных признаков, характерных для родительских форм; исследованы особенности эндогенной и хронографической изменчивости признаков текстуры древесины в сибсовом и полусибсовом потомстве; высказана гипотеза о детерминирующей роли коры в формировании текстуры древесины (В.И. Ермаков). Накопленный за многие годы научный материал по карельской березе является бесценной фундаментальной базой для выявления общебиологических закономерностей аномального роста древесных растений.

Среди исследований сотрудников лаборатории, выполненных или получивших в последние годы научное обобщение можно выделить следующие.

Изучены регуляторные взаимоотношения комплекса тканей, включающих ксилему, камбий и флоэму, на примере видов и форм березы с нормальной и аномальной структурой древесины. Показана приоритетная роль флоэмы, как ткани, распределяющей ассимиляты, питающей и индуцирующей клетки камбия к делению. Установлено, что колебания концентрации ассимилятов во флоэме оказывают регулирующее действие на деятельность камбия и дифференциацию его производных и могут быть первичной причиной аномалий. Выявлена роль отдельных клеточных структур в регуляции транспорта ассимилятов. Показано, что причиной расстройства нормальной ритмики камбиальной активности и, как следствие, образования аномальной древесины, является избыточное количество транспортной сахарозы в проводящих тканях. Экспериментально

доказана возможность получения у березы с обычным упорядоченным расположением элементов проводящих тканей структурных преобразований ксилемы и флоэмы, аналогичных карельской березе. Выявлены концентрации сахарозы, вызывающие весь диапазон отклонений от нормы в строении узорчатой древесины карельской березы. Предложена модель формирования вторичного проводящего цилиндра древесных растений в зависимости от концентрации сахарозы в проводящей флоэме. Установлен механизм влияния избыточного содержания сахарозы в проводящей флоэме и камбиальной зоне на аномальный морфогенез древесных растений. Показано, что индукция аномального камбиального роста связана с повышением уровней сахарозы и продуктов ее расщепления — уридиндифосфатглюкозы (УДФ-глюкозы) и фруктозы. Другой продукт расщепления сахарозы — глюкоза, сильного изменения программы развития клеток не вызывает. Разработана обобщенная концепция аномалий развития древесных растений по типу карельской березы, которая включает в себя механизмы образования и наследования узорчатой древесины и вопросы происхождения карельской березы (Л.Л. Новицкая).

Установлена взаимосвязь между степенью отклонений от нормы в развитии проводящих тканей ствола и площадью ассимилирующей поверхности листьев березы повислой (Н.Н. Николаева).

Обобщены результаты более чем 30-летних исследований роста и развития гибридного потомства березы, полученного в результате внутри- и межвидового скрещивания березы пушистой, березы повислой и карельской березы. Выявлены особенности проявления морфо-физиологических признаков у побегов берез в зависимости от конкретных комбинаций скрещивания. Установлены закономерности трансформации проявления узорчатой текстуры древесины карельской березы в онтогенезе. Сформулирована гипотеза эколого-генетического происхождения карельской березы. Выявлены масштабы катастрофических воздействий природных и антропогенных факторов на генетические ресурсы карельской березы, уточнены границы ее современного ареала, предложены мероприятия по сохранению и восстановлению природных популяций, ведется создание коллекции клонов карельской березы в культуре *in vitro*. Получены данные, свидетельствующие о различных путях адаптации древовидных берез на границе произрастания древесной растительности на биохимическом уровне. Впервые показано, что у северных видов (береза пушистая и ее разновидности), кроме синтеза полиненасыщенных (C18) жирных кислот, существует и другой путь — за счет образования жирных кислот с короткой углеводной цепью (C<16), что обеспечивает выживание меристематических тканей в зимний период и успешное начало вегетации весной следующего года (Л.В. Ветчинникова).

Дана сравнительная характеристика распределения липидов, белков и углеводов в органах и тканях основных видов и редких представителей рода *Betula* L., отличающихся наследственными изменениями в текстуре древесины (карельская береза, ледяная береза) и форме листовой пластинки (далекарлийская береза). Показано, что биохимические показатели могут быть использованы в систематике берез и в познании механизмов адаптации древесных растений к условиям Севера (Л.В. Ветчинникова, Т.А. Шуляковская).

Установлено существование постоянных (инвариантных) показателей для организменного уровня гомеостатирования и определены их значения для *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst. и *Picea obovata* Ledeb. Показано, что растительные сообщества, образованные этими видами хвойных растений, могут функционировать в широком диапазоне факторов среды, варьируя продуктивность, но сохраняя состояние гомеостаза. Справляться с негативными воздействиями растениям удается за счет снижения ассимилирующей поверхности и объема проводящей системы. Сильное промышленное загрязнение среды приводит к нарушению сбалансированности процессов и нарушению гомеостаза на уровне организма (Т.А. Сазонова).

Исследованы характеристики процессов обмена и закономерности формирования структуры деревьев сосны и березы в онтогенезе. Показано, что структура транспортной системы дерева, формирующаяся уже на ранних этапах развития, строго сбалансирована и играет существенную роль в регуляции процессов обмена. Транспортная система обладает регулирующей функцией в донорно-акцепторных отношениях на уровне целого растения. Зависимости для структурных показателей внутри одного дерева близки к функциональным и являются оптимальными для осуществления физиологических функций. Выявлены особенности углеродного и водного обменов и обмена минеральных питательных веществ, исследована роль изменения соотношения фотосинтеза и дыхания и гидравлических механизмов в ограничении размеров и возраста сосны и уменьшения продуктивности растения в процессе старения (Л.К. Кайбияйнен, Г.И. Софронова, В.К. Болондинский, Е.Е. Ялынская, Т.А. Сазонова).

Исследовано влияние температурного фактора и промышленного загрязнения среды на метаболизм веществ вторичного происхождения у основных лесообразующих пород на северо-западе таежной зоны России (сосна, ель, береза, осина). Показано, что наиболее быстрые и значительные изменения происходят в составе и содержании эфирных масел и фенолов; предложено использовать фенолы и эфирные масла, в частности, легколетучий компонент эфирных масел α -пинен, в качестве индикаторов для ранней диагностики физиологического состояния хвойных деревьев в условиях стресса. Выявлено сходство ответных реакций хвойных расте-

ний, пораженных грибными заболеваниями и растущих в зоне промышленного загрязнения среды (И.Л. Фуксман).

Впервые получены данные о типах катионообменных групп в структуре клеточных стенок хвои сосны и ели. Определены физико-химические параметры, характеризующие ионообменные свойства клеточных стенок. Показано, что в норме клеточные стенки хвои сосны и ели содержат три типа катионообменных групп. Влияние антропогенного загрязнения не приводит к изменению качественного состава функциональных групп, но отражается на их количестве (Н.А. Галибина).

Практическое использование результатов НИР

Результаты исследований были реализованы в ходе выполнения ряда хозяйственных тем с предприятиями и организациями Республики. В основном они касались практических наработок, полученных в ходе изучения особенностей минерального питания хвойных растений и роста и развития растений березы в культуре тканей. Среди них договора с Государственным комитетом по лесу РК по выращиванию сеянцев хвойных пород на отечественных торфяных субстратах и получению посадочного материала карельской березы с использованием метода клонального микроразмножения в культуре *in vitro*.

Институт леса принимал активное участие в разработке Концепции целевой республиканской программы по сохранению генофонда карельской березы в Республике Карелия на 2008-2015 гг., которая была утверждена и принята к реализации в 2007 г.

Перспективы развития НИР

Лаборатория участвует в проработке ряда тем по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических наук РАН, на протяжении 10 лет имеет постоянную финансовую поддержку со стороны Российского фонда фундаментальных исследований и международных научных фондов.

Сотрудники лаборатории (3 доктора, 5 кандидатов наук, 2 аспиранта, 8 научно-технических сотрудников) нацелены на решение следующих научных задач:

- разработка фундаментальных и прикладных аспектов регуляции роста и развития древесных растений, связанных с получением древесины, обладающей заданными, в том числе, декоративными свойствами;
- выявление экспериментальных воздействий, вызывающих наибольшие отклонения в развитии проводящих тканей стебля;
- изучение влияния отдельных компонентов питательной среды на рост и развитие растений сем. *Betulaceae* в культуре *in vitro*;

— установление показателей основного обмена, отвечающих за повышение устойчивости древесных растений в условиях Севера.

Результаты исследований опубликованы в 16-ти монографиях, многочисленных сборниках статей и сотнях статей в центральной и международной печати.

Список монографий

- Атлас ультраструктуры растительных клеток / Под ред. Г.М. Козубова, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск: РИО КФ АН СССР, 1972. 132 с. (совместно с БИН РАН).
- Атлас ультраструктуры растительных тканей / Под ред. М.Ф. Даниловой, Г.М. Козубова. Петрозаводск: «Карелия», 1980. 456 с. (совместно с БИН РАН).
- Ветчинникова Л.В.* Береза: вопросы изменчивости (морфофизиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.
- Ветчинникова Л.В.* Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 302 с.
- Габукова В.В.* Фосфорный обмен у сосны на Севере. Петрозаводск: РИО КФ АН СССР, 1989. 152 с.
- Ермаков В.И.* Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука, 1986. 144 с.
- Ермаков В.И., Новицкая Л.Л., Ветчинникова Л.В.* Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1991. 184 с.
- Козубов Г.М.* Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.
- Козубов Г.М., Тренин В.В., Тихова М.А., Кондратьева В.П.* Репродуктивные структуры голосеменных (сравнительное описание). Л.: Наука, 1982. 104 с.
- Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А.* Структурные аномалии стебля древесных растений. М.: МГУЛ, 2002. 259 с.; 2003. 280 с. (совместно с МГУЛ).
- Новицкая Ю.Е.* Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л.: Наука, 1971. 117 с.
- Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф.* Азотный обмен у сосны на Севере. Л.: Наука, 1980. 166 с.
- Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф., Софронова Г.И., Габукова В.В., Макаревский М.Ф.* Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере. Л.: Наука, 1985. 156 с.
- Тренин В.В.* Цитозмбриология лиственницы. Л.: Наука, 1986. 88 с.
- Чернобровкина Н.П.* Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука, 2001. 172 с.
- Фуксман И.Л.* Влияние природных и антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 164 с.

ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В ИНСТИТУТЕ ЛЕСА

А.К. Морозов

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск ул. Пушкинская, 11
amorozov@krc.karelia.ru*

В современных научных исследованиях значительно возрастает роль химико-аналитических работ, дающих достоверную информацию о количественном и качественном составе изучаемых объектов. Поэтому важным этапом в деятельности Института леса стала организация аналитической лаборатории в 1992 г. (заведующий В. А. Козлов) на базе лаборатории химии древесины. Подобный шаг был обусловлен и ухудшением финансирования Академии наук в 90-е годы, что требовало концентрации экспериментальных и аналитических работ. Перед коллективом нового подразделения были поставлены следующие задачи:

- выполнение серийных химических анализов;
- разработка и внедрение новых аналитических методик;
- ведение банка данных.

В этот период осваиваются новые для института методы анализа: атомно-абсорбционная спектрофотометрия с пламенной (С.Л. Ерофеевская) и электротермической атомизацией (Ю.М. Клеманский, С.А. Игotti), ионная хроматография (М.В. Кистерная). Для подготовки образцов к анализам начинает применяться автоклавная система разложения (Л.В. Голубева, Н.Н. Ракова). Для определения углерода, азота, фосфора, серы и калия в растительных образцах используются традиционные методики с титриметрическим или спектрофотометрическим окончанием (Т.Г. Баишникова, М.А. Коржова, М.П. Корчагина, Н.Н. Ракова). Метилловые эфиры жирных кислот и эфирные масла анализируются методами газожидкостной хроматографии (М.К. Ильинова).

Создание специализированной лаборатории химического анализа способствовало целенаправленному приобретению приборов для выполнения анализов в растительных и почвенных образцах, исходя из задач, возникающих перед научно-исследовательскими лабораториями. Приобретаются электронные весы, микроволновая система подготовки проб, элементный CHNS-анализатор, рентгеноспектральный анализатор «Спарк-М». Внедряется спектрофотометрический метод определения бора в растениях с азометином (С.А. Игotti).

Для изучения процессов накопления и миграции тяжелых металлов в почвах, их биоаккумуляции в древесных растениях на более высоком уровне чувствительности и точности в 2003 г. (заведующий А.К. Морозов)

зов) начинает эксплуатироваться атомно-абсорбционный спектрофотометр четвертого поколения АА-6800 фирмы «Шимадзу». В данном приборе в качестве горючего газа вместо пропана стал использоваться ацетилен, что значительно повысило температуру пламени и соответственно пределы обнаружения элементов. Аналитические возможности возросли с использованием в данной модификации двух систем коррекции фона, дейтериевой и по методу Смита-Хифти. Важными достоинствами спектрофотометра является прекрасная система подготовки и контроля газов, полная автоматизация и управление с помощью компьютера.

В дальнейшей работе лаборатории больше внимания уделяется развитию методов анализа продуктов метаболизма растений. Приобретен новый газохроматографический аппаратно-программный комплекс «Хроматэк-Кристалл 5000» с пламенно-ионизационным и электронозахватным детекторами, позволяющий значительно расширить перечень определяемых компонентов. Применение в нем капиллярных колонок ускорило время хроматографирования, улучшило селективность метода, а современное программное обеспечение облегчило и сократило продолжительность такой трудоемкой операции как обработка хроматограмм. Использование стандартного набора для калибровки прибора дает возможность в настоящее время получать абсолютные значения содержания жирных кислот в растительных материалах. Для решения научных задач, связанных с углеводным обменом, играющим важную роль в жизнедеятельности древесных растений, в лаборатории создается новое аналитическое направление — высокоэффективная жидкостная хроматография. Закуплен жидкостный хроматограф «Стайер» отечественного производства с рефрактометрическим детектором для определения моно- и олигосахаридов. После ремонта и существенной модернизации запущен аминокислотный анализатор. Теперь контроль за работой этого прибора, запись и расчет хроматограмм производится с помощью компьютера (А.В. Репин).

Общий объем аналитических работ составляет 3100—3200 образцов, 17 тыс. элементо-определений в год. В настоящее время лаборатория является соисполнителем четырех бюджетных тем, выполняемых лабораториями лесного почвоведения и микробиологии (32% всех образцов), физиологии и цитологии древесных растений (25%), лесовосстановления (28 %), лесоведения и лесоводства (12%), а также одной международной «ICP Forest». Доля сторонних организаций составляет 3%, среди которых 2,8% приходится на другие институты КарНЦ РАН.

В последние годы значительное место в работе лаборатории занимают вопросы внедрения современных аналитических методик, а также усовершенствованию старых. Определение тяжелых металлов в почве и воде проводится по аттестованным Госстандартом РФ методикам. Натрий, калий и

другие щелочные элементы анализируются атомно-эмиссионной спектрофотометрией, отличающейся от ранее используемой пламенной фотометрии на порядок более высокой чувствительностью и производительностью. Приведена в соответствие с международными стандартами методика экстракционно-фотометрического определения фенолов (Т.Н. Макарова).

Более широкое применение получают полумикрометоды, требующие минимальных затрат реактивов и других расходных материалов. При анализе почвенных, водных и растительных образцов на содержание органического углерода используется фотометрическое окончание, что позволяет сократить время анализа, повысить его чувствительность, уменьшить затраты средств на приобретение реактивов. По просьбе заказчиков выполняются анализы по методикам, разработанным ещё лабораторией химии древесины: определение смолистых веществ, целлюлозы, лигнина.

Нельзя обойти вниманием такой важный вопрос как метрологическое обеспечение химико-аналитических работ. В лаборатории организован аналитический семинар, на котором изучаются элементы теории вероятности и математической статистики, понятие и расчет случайных и систематических ошибок, доверительных интервалов оценки получаемых при анализе значений. В работе химика-аналитика все чаще используется компьютер. Заявки на выполнение работ и выдача результаты анализов осуществляется не только в печатном, но и электронном виде. Все полученные данные передаются на хранение в научный архив КарНЦ РАН на бумажном носителе и в электронном виде на компакт-диске хранятся в лаборатории. Осуществляются различные консультационные услуги по методикам определения различных компонентов в объектах окружающей среды, подготовки образцов для химического анализа, методам концентрирования и выделения. Поддерживаются постоянные контакты с другими химико-аналитическими подразделениями Карельского научного центра и г. Петрозаводска.

Современный уровень научно-исследовательских работ в институте предъявляет высокие требования к аналитической базе и профессиональной подготовке персонала. Аналитическая лаборатория планирует в ближайшее время начать работы на жидкостном хроматомасс-спектрометре, который позволит на новом техническом уровне выполнять анализы сложных природных органических соединений. Высокая стоимость оборудования приводит к необходимости создания центров коллективного пользования. Одним из примеров решения данного вопроса может явиться приобретение масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой совместно с Институтом геологии, что позволит организовать серию скрининговых исследований почв и растительности на территории Карелии.

МЕЖИНСТИТУТСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОЕКТЫ

А.Н. Громцев

*Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
gromtsev@krc.karelia.ru*

Исследования Института леса (ИЛ) совместно с другими Институтами КарНЦ РАН и в рамках международных проектов имеет большую историю¹. Не пытаясь даже в общих чертах представить весь обширный опыт этого сотрудничества, остановимся только на наиболее крупных комплексных проектах последнего десятилетия, в которых ИЛ осуществлял координацию НИР. Особенностью этого периода является то, что почти все из них одновременно являлись и межинститутскими. Это было обусловлено тем, что в рамках международных проектов, как правило, разрабатывались комплексные темы. Это требовало привлечения исследователей самого широкого спектра специальностей. Основным партнером, конечно, являлась Финляндия, в том числе в рамках различных европейских программ (ТАСИС, Баренц-регион и др.). С этой страной Республика Карелия (РК) имеет почти 700 километровую границу. В данном смысле регион занимает ключевое положение в сравнении с другими субъектами на западе Российской Федерации (РФ). Кроме того, граница разделяет очень сходные, часто идентичные природно-территориальные комплексы, которые и являются объектами исследований. Сразу следует заметить, что совместные проекты имели ярко выраженную природоохранную тематику.

Исследование и охрана биоразнообразия

В рамках «*Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России*» КарНЦ РАН в 1997—2000 гг. выполнялся проект «*Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории РК*». Для выполнения работ была сформирована творческая группа, состоящая из исследователей более 20 различных специальностей. Ее общая численность составляла до 75 человек из четырех институтов центра — биологии, водных проблем Севера, геологии и леса. Координацию исследований осуществлял ИЛ (руководители НИР — д.с.-х.н. А.Н. Громцев, д.б.н В.И. Крутов). За четыре года была проведена инвентаризация биоразнообразия на самой ценной в этом отношении части территории региона. Это районы с наиболее хорошо сохранившимися лесными и болотными экосистемами или с самым высоким уровнем разнообразия.

¹ Подробно вся история международных и межинститутских проектов с участием бывших и действующих сотрудников ИЛ представлена в сборнике «Академическая наука в Карелии 1946–2006» (2006, том 2, с. 94–153).

разия биоты: 1) вдоль российско-финляндской границы, 2) вдоль карельской части побережья Белого моря, 3) на Заонежском полуострове, 4) в Северном Приладожье, 5) в центральной части Карелии (рис.).

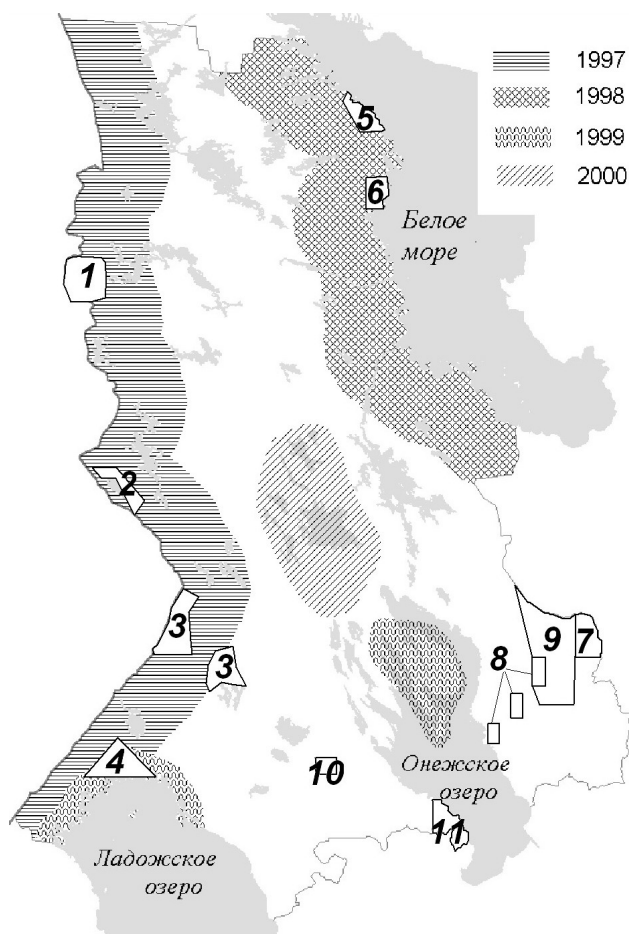


Рис. Районы и объекты НИР в рамках межинститутских и международных проектов:

1. Территории, на которых проводилась инвентаризация биоразнообразия по годам в 1997–2000;
2. Планируемые национальные парки (НП): «Калевальский», «Тулос», «Койтайоки», «Ладожские шхеры»;
3. Планируемые ландшафтные заказники (ЛЗ): «Гридино», «Сыроватка», «Чукозеро»;
4. Опытные территории: «Пяльмский лесхоз, Водлозерский НП и модельные фрагменты»; «Тайга — модельный лес», «Вепская волость»

Все основные результаты исследований 1997—2000 гг. опубликованы в четырех сборниках оперативно-информационных материалов общим объемом более 850 страниц (Инвентаризация биоразнообразия..., 1997, 1998, 1999, 2001). Позднее была издана обобщающая монография (Разнообразие биоты..., 2003) на русском и английском языках. В ней были обобщены обширные данные, характеризующие разнообразие биоты Карелии к настоящему времени. Они включают как материалы многолетних исследований, так и новые, собранные в период работы над проектом. Итоги работ представлены в виде четырех крупных взаимосвязанных глав. В первой из них подробно охарактеризованы климатические, геологические, геоморфологические, гидрологические и почвенные условия формирования региональной биоты. Во второй главе описаны и оценены разнообразие лесных, болотных и луговых сообществ, а в третьей дана подробная характеристика наземной биоты на видовом уровне (сосудистые растения, листостебельные мхи, афиллофоровидные грибы, лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые).

Отдельно проанализированы флора и фауна водных экосистем (водоросли, зоопланктон, перифитон, макрозообентос, рыбы). В книге широко использованы различные виды зонирования региона по критериям, характеризующим биоразнообразие. На наш взгляд, подобные многоплановые сводки (обобщения) не имеют аналогов, по крайней мере, в европейской части таежной зоны России. Это обширный справочный материал для исследователей в области экологии и биологии самого широкого спектра специальностей, включая аспирантов и студентов старших курсов.

В 1993—1995 гг. по заказу Министерства экологии и природных ресурсов РК совместно с ИБ КарНЦ РАН и ПетрГУ был выполнен цикл работ по оценке состояния в республике и выявлению нуждающихся в охране видов животных, растений и грибов, и в 1995 г. издана Красная книга Карелии, в которую включены 753 вида.

В 1996—1998 гг. тем же коллективом совместно с учеными Санкт-Петербурга (БИН, ЗИН и Институт озераведения РАН, СПбГУ), Мурманской обл. (ПАБСИ, ПИНРО, заповедники «Кандалакшский» и «Пасвик») и Финляндии под эгидой Министерства окружающей среды Финляндии была проведена аналогичная работа для всей Восточной Фенноскандии; результаты исследований обобщены в Красной книге Восточной Фенноскандии (Red Data Book..., 1998), включающей 1714 таксонов видов животных, растений и грибов, нуждающихся в охране в этом обширном и своеобразном регионе.

Инвентаризация природных комплексов и обоснование ООПТ

В рамках «Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» в 1997 г. отмеченной выше творческой группой специалистов из 5 институтов КарНЦ РАН

была проведена инвентаризация природных комплексов и подготовлены экологические обоснования трех НП — «Калевальский» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев), «Тулос» (рук. — к.с.-х.н. В.И. Саковец), «Койтайоки» (рук. — к.геогр.н. В.А. Коломыцев). Представленные материалы характеризовали природные особенности инвентаризируемых территорий в геолого-геоморфологических, гидрологических, лесоведческих, зоологических, флористических и др. аспектах. Эти данные на основе анализа обширных фондовых материалов позволили дать многоаспектную экологическую оценку исследуемого объекта на фоне Восточной Финноскандии, сделать заключение о необходимости создания парков и предложить оптимальный по совокупности всех экологических параметров вариант их площади и границ. Материалы по первым двум объектам были опубликованы в виде брошюр, том числе на английском языке (Материалы инвентаризации..., 1997; Natural complexes..., 2002 и др.).

В 1999—2001 гг. работа была продолжена в рамках проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республики Карелия» (ENVRUS9704). Основной целью проекта провозглашалась практическая организация и начало деятельности системы планируемых НП в западной части республики. В итоге были подготовлены и изданы на русском и английском языках планы управления для четырех территорий, зарезервированных Правительством РК: «Калевальский» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев), «Тулос» (рук. — к.б.н. О.Л. Кузнецов, Ин-т биологии), «Койтайоки-Толвоярви» (рук. — к.геогр.н. В.А. Коломыцев), «Ладожские шхеры» (рук. — к.б.н. А.В. Кравченко). Данные документы под типовым названием «NN парк: предложения к организации» (см. список литературы) включали следующие основные разделы:

- 1) характеристика природных комплексов и культурного наследия в пределах НП,
- 2) обоснование необходимости создания данных объектов по экологическим, культурологическим и социально-экономическим параметрам,
- 3) регламентация и организация деятельности по сохранению природного и культурного наследия и развитию туризма на основе функционального зонирования территории,
- 4) размещение основных элементов инфраструктуры (туристических маршрутов, строений и т.п.),
- 5) план первоочередных мероприятий на пятилетний период.

Эти материалы обеспечивали начало успешной деятельности НП на первом этапе (с использованием техники и снаряжения для туризма, поступающей по линии проекта), в том числе проведение всего комплекса последующих нормативных проектно-изыскательских работ.

После окончания проекта ИЛ совместно с администрацией г. Костомукша и Гринпис России продолжалась длительная и кропотливая работа по процедуре учреждения НП «Калевальский». В итоге Постановлением Правительства РФ № 1654-р от 30.11.2006 этот парк был учрежден. Таким образом, сохранен самый крупный на западе евразийской тайги массив первобытных сосновых лесов на площади почти 75 тыс. га.

В последние годы ИЛ продолжал планомерную работу по обоснованию новых ООПТ регионального ранга с коренными и наиболее ценными в биологическом отношении ландшафтами. Ее необходимость определяется тем, что в течение ближайших 10—15 лет в регионе в результате лесозаготовительной деятельности практически исчезнут сколько-нибудь значительные по площади участки первобытной тайги (вне действующих ООПТ). Остальная часть территории сдается в долгосрочную аренду лесозаготовителям. Основными критериями при отборе были высокая степень сохранности лесных массивов и их ландшафтная репрезентативность (Громцев, 2003). Одним из таких объектов стал массив девственных лесов на побережье Белого моря в районе о. Сыроватка (см. рис.).

На этот раз к обследованию территории также был привлечен широкий круг специалистов из Институтов КарНЦ РАН. Общая численность экспедиции, высадившейся на побережье для полевой инвентаризации природных комплексов, составляла 20 человек. Это были специалисты по геоморфологии и четвертичной геологии, гидрологии, почвоведению, болотоведению, лесоведению, ландшафтной экологии, ботанике, бриологии, лишенологии, микологии, зоологии, энтомологии, гидробиологии, дистанционному зондированию (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). В результате удалось, в том числе с использованием фондовых материалов, дать комплексную характеристику и экологическую оценку природных комплексов и обосновать необходимость создания ЛЗ на общей площади 31,2 тыс. га (Материалы инвентаризации..., 2003). Это обоснование традиционно состоит из 7 разделов. Вначале дана краткая характеристика и оценка общих физико-географических особенностей территории (климат, геолого-геоморфологические, гидрологические и почвенные условия). В следующем разделе описаны и оценены наземные экосистемы (болота и заболоченные земли, леса, луга и ландшафт в целом). Затем следует характеристика и оценка наземной флоры и фауны (сосудистые растения, листостебельные мхи, дереворазрушающие грибы, лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые). Отдельно представлена водная флора и фауна (водоросли, рыбы, макрозообентос). В заключении анализируются объемы и качество изымаемых из хозяйственного оборота древесных ресурсов и даются общие рекомендации о целесообразности создания, площади и границах заказника. Был также разработан проект «Положения о заказнике».

Администрация Кемского района выразило поддержку идеи создания этого ЛЗ (Письмо от 02.03.04.2-29/283). Все документы переданы в Министерство сельского, рыбного хозяйства и экологии РК, курирующего создание ООПТ регионального ранга.

В 2006 г. в рамках российско-финляндского проекта «ГЭП-анализ ООПТ на северо-западе России» объектом исследований стали природные комплексы района оз. Чукозеро, расположенного в северо-западной части Пудожского района РК (см. рис.). Основанием для инвентаризации послужило то обстоятельство, что по предварительным данным здесь сохранился крупный массив первобытной тайги, заслуживающий охраны (рук.- д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Обследование территории проводилась совместно с Союзом природоохранных организаций Карелии (СПОК). И вновь к работе была привлечена большая творческая группа исследователей КарНЦ РАН. Ее итогом стала публикация материалов в виде небольшой книги (Материалы инвентаризации..., 2007). Все собранные данные изложены в следующей последовательности: 1) положение и особенности территории в системе различных видов природного районирования северо-запада таежной зоны; 2) изученность территории и сопредельных участков; 3) общая количественная и качественная характеристика участка (по компонентам, группам организмов, биотопам и т.п., в т.ч. списки видов); 4) присутствие, в том числе потенциальное, редких, исчезающих и уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов и условия их сохранения; 5) рекомендации о целесообразности природоохранных мероприятий. В конце 2006 г. с учетом экономических и технологических перспектив эксплуатации лесов в этой части РК границы предлагаемого заказника были согласованы между СПОК, ИЛ КарНЦ РАН, Агентством по лесному хозяйству по РК и ОАО ЛХК «Кареллеспром» (Письмо Агентства № 04-14/3392 от 29.11.2006 и Протокол совещания от 16.11.2006). Общая площадь объекта составила 58,4 тыс.га. Здесь следует заметить, что кроме района «Чукозеро» в южной и средней Карелии (приблизительно до широты п. Муезерский») сколько-нибудь значительных по площади фрагментов коренных лесов практически не осталось (Громцев, 2003). Все документы переданы в Министерство сельского, рыбного хозяйства и экологии РК.

С 2007 г. начались работы по инвентаризации природных комплексов и подготовке научного обоснования ЛЗ «Гридино» (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Здесь на побережье Белого моря сохранился уникальный тип лесного массива (см.рис.). Он существует в экстремальных эдафических условиях (на крупных скальных куполах с почти полностью обнаженной поверхностью кристаллического фундамента), в пределах одного из самых суровых по климатическим параметрам района РК. Есть основа-

ния считать, что по особенностям биоразнообразия существенно выделяется на фоне обширных сопредельных территорий. Кроме того, прибрежная часть здешнего ландшафта отличается исключительно высокой рекреационной привлекательностью. Инвентаризация территории проводится очень большой группой экспертов из пяти Институтов КарНЦ с участием специалистов Карельского государственного педагогического университета (КГПУ) по уже хорошо отработанной программе. Все результаты работы будут представлены в виде книги (Материалы инвентаризации..., 2008).

Таким образом, к 2008 г. будет завершена комплексная инвентаризация наиболее хорошо сохранившихся, ценных в биологическом плане и значительных по площади ландшафтных эталонов коренных лесов и предложена система мер по их охране.

В рамках «Программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России» в 2005г. КарНЦ РАН выполнил большую *комплексную работу на территории Вепсской национальной волости РК* (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Ее актуальность определялась тем, что волость — единственный район в РК, где традиционно и компактно проживают вепсы (см.рис.). В Рекомендациях выездного заседания Национального организационного комитета по проведению Международного десятилетия малых коренных народов мира (Петрозаводск, 4.11.2003) содержался пункт с предложением КарНЦ РАН провести комплексное обследование данной территории. Ранее в этом же году с просьбой провести такую работу обратились представители «Союза вепсской молодежи Карелии «Vepsän vezad». Основными целями проекта являлись: 1) комплексная экологическая инвентаризация территории, 2) выявление и обоснование сети наиболее ценных в природоохранном и рекреационном отношении, а также уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов, 3) выработка рекомендаций по использованию природных ресурсов. Как и прежде в работе участвовала большая группа специалистов из пяти Институтов КарНЦ РАН, а также КГПУ (всего 48 экспертов, а также группа технических специалистов). По результатам исследований издана книга (Природные комплексы...2005). В ней описаны общие физико-географические особенности территории (климат, геолого-геоморфологические условия и четвертичные отложения, гидрологические условия, почвенный покров). Дана характеристика, оценка и рекомендации по охране наземных экосистем (болота и структура заболоченности, леса, луга, ландшафтная специфика природных комплексов). В таком же ключе представлена наземная флора и фауна: сосудистые растения, карельская береза, листостебельные мхи, грибы (афиллофороидные, шляпочные, дождевики и сумчатые грибы),

лишайники, млекопитающие, птицы, насекомые, а также водная флора и фауна (водоросли, макрозообентос, рыбы). Подробно рассмотрены историко-этнографические особенности региона, специфика и исторические традиции хозяйственного освоения территории, в том числе рыбного промысла. Проанализировано современное состояние и экологические проблемы природопользования по отраслям: горнодобывающая промышленность, сельское, лесное, охотничье и водное хозяйство, рыболовство, рекреационное освоение территории. В заключении сформулированы общие выводы и рекомендации по использованию природных ресурсов. Треть тиража книги (более 100 экз.) передана в район.

Оптимизация многоцелевого лесопользования

В 1998-1999 гг. ИЛ КарНЦ являлся одним из головных исполнителей проекта ТАСИС «Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект» FGRUS9507. Объектами являлись территории Пяльмского леспромхоза и национального парка «Водлозерский». Основной целью лесного компонента проекта было совершенствование системы многоцелевого (многоресурсного) лесопользования для того, чтобы обеспечить: 1) рациональное освоение лесосечного фонда, 2) успешное и эффективное лесовосстановление, 3) минимизацию экологических последствий рубок с учетом сохранения разнообразия биоты, средообразующих и средозащитных функций лесного покрова и рекреационного потенциала лесных ландшафтов (координатор — д.с.-х.н. А.Н. Громцев).

В процессе работы был проведен анализ рубок главного пользования, рубок ухода и лесовосстановительных мероприятий в леспромхозе, а также рубок обновления в хозяйственной зоне НП «Водлозерский». Заложены опытные участки для демонстрации новых отечественных и зарубежных технологий, и разработаны рекомендации по повышению их эффективности. Осуществлен комплекс работ по ландшафтно-экологическому планированию лесопользования. Методологической основой являлась оригинальная классификация и карта ландшафтов Карелии. Проведено тематическое картирование модельной территории в ГИС, описаны природные особенности структуры, спонтанной и антропогенной динамики лесного покрова, дана его лесоведческая и лесохозяйственная оценка, включая экологические последствия антропогенной трансформации. Выделены три модельных фрагмента средней площадью 6 тыс.га в сходных ландшафтных условиях: 1) с коренными лесами, 2) с производными лесами, сформировавшимися после традиционных тотальных рубок, 3) с действующей системой лесов различных категорий защитности. Все участки были обследованы по специальной программе группой экспертов — специалистов в области ландшафтоведения, лесоведения и лесоводства,

болотоведения, гидрологии, ботаники, зоологии из четырех институтов КарНЦ РАН. Целью натурных работ было описание участков, выявление наиболее ценных природных объектов и, при сравнении двух первых фрагментов, оценка конкретных последствий антропогенной трансформации лесных и болотных экосистем. На примере третьего фрагмента продемонстрирована российская система выделения лесов различных категорий защитности и оценена ее достаточность при ландшафтно-экологическом планировании. На этой основе проведено зонирование территории с выделением биотопов наиболее ценных в лесоведческом, болотоведческом, ботаническом, зоологическом отношении (в минимальном и максимальном по площади вариантах), а также участков имеющих средозащитное и рекреационное значение. На примере модельного фрагмента рассчитаны лесосеки по главному и промежуточному пользованию, оценены возможные экономические потери (в денежном эквиваленте) в связи с различными ограничениями лесопользования по экологическим критериям. Реферат отчета представлен в виде отдельной публикации, в том числе на английском языке (Громцев и др., 1999 и др.).

По завершении проекта была организована международная конференция по проблемам инвентаризации и сохранения коренных таежных лесов. Материалы конференции изданы на русском и английском языках (Коренные леса..., 1999).

В 1997—1999 г. большая группа сотрудников Института леса участвовала в работах по проекту «Тайга — модельный лес». Объектом являлась часть территории Пряжинского лесхоза площадью 2,5 тыс. га, арендованной Петрозаводским госуниверситетом для научно-исследовательских целей. Целями проекта провозглашалось изучение экономического, экологического и социального аспектов современного лесопользования для его оптимизации на примере модельного участка. В работе участвовали несколько организаций, в том числе Министерство сельского и лесного хозяйства Финляндии, Программа ООН по окружающей среде (UNEP), финская компания Стура Энсо Лтд и др. В итоге на ландшафтной основе была дана комплексная экологическая характеристика и оценка территории (леса, болота, флора, фауна (рук. — д.с.-х.н. А.Н. Громцев). Была проведена сплошная инвентаризация лесов по высшему разряду российского лесоустройства (рук. — к.с.-х.н. С.М. Синькевич). Все данные инвентаризации лесного покрова (план лесонасаждений и таксационные описания выделов) введены в ГИС на базе пакета MapInfo. К.с.-х.н. В.А. Ананьевым была заложена серия постоянных опытных участков с различными видами рубок. К.с.-х.н. В.И. Саковец и В.Н. Гаврилов совместно с финскими коллегами провели анализ различных систем лесной сертификации и адаптировали их к условиям модельной территории. Эти

и другие результаты проекта представлены в серии публикаций на русском и английском языках (Проект «Тайга...», 2000 и др.). К настоящему времени модельная территория продолжает использоваться как учебно-опытный полигон, в том числе здесь ведутся наблюдения на постоянных опытных участках.

С 2004 г. Институт леса совместно с Институтом биологии ИЛ ведет НИР по гранту Академии Финляндии *«Воздействие лесопользования на таежные экосистемы, разнообразие и территориальное распределение видов животных и птиц на Северо-Западе России»* (рук. д.б.н. Ю.П. Курхинен). Соисполнителями проекта с финской стороны являются университеты гг. Хельсинки и Оулу, Институт рыбы и дичи, Институт окружающей среды, НИИ леса, Институт биологии КарНЦ РАН. В результате НИР выявлены общие закономерности, региональная и ландшафтная специфика воздействия лесозексплуатации на структуру местообитаний, численность и территориальное распределение более 20 видов млекопитающих таежной части Северо-Запада РФ. На основе моделирования изученных процессов определены возможности их долгосрочного прогнозирования и предотвращения негативных антропогенных воздействий. Показаны перспективы формирования оптимальной структуры ландшафтов, сформулированы подходы к управлению популяциями видов, учитывающие необходимость сохранения естественного биоразнообразия и обеспечивающие эффективность воспроизводства и рациональное использование лесной фауны.

Заключение

Итак, последнее десятилетие было отмечено широким развитием НИР в рамках межинститутских и международных проектов. Следует еще раз подчеркнуть, что вышеприведенный список далеко не полный и в нем фигурируют только наиболее крупные работы, в основном те, где ИЛ осуществлял руководство или координацию работ (общее количество проектов исчисляется десятками). За эти годы в процессе комплексных НИР в КарНЦ РАН накоплен большой опыт функционирования творческих коллективов, сформированных под задачи инвентаризации и оценки биоразнообразия, обоснования ООПТ, планирования многоресурсного лесопользования и др. Нужно обратить внимание на то, что такие исследования носят в основном прикладной характер, хотя и базируются на самых современных фундаментальных знаниях. В этой связи весьма актуальной представляется постановка межинститутских тем с четко ориентированной фундаментальной направленностью, в том числе в рамках международных проектов. Весьма важной задачей работ в этом направле-

нии должно стать и образование молодежных творческих групп, состоящих из специалистов Институтов КарНЦ РАН. Они должны быть способны самостоятельно решать поставленные задачи.

Список основных публикаций

- Громцев А.Н., Антипин В.К., Кравченко А.В., Литвиненко А.В., Сазонов С.В. Комплексная характеристика пилотной территории, ее экологическая ресурсная и хозяйственная оценка и рекомендации по ландшафтно-экологическому планированию на примере модельных фрагментов (реферат отчета)// Ландшафтно-экологическое планирование. / Под. ред. А.Н. Громцева. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. С. 2—23.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. / Ред. В.И. Крутов, А.Н. Громцев. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1998. 167 с.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1999. 140 с.
- Инвентаризация изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. / Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 2000. 346 с.
- Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии. / Ред. А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, КарНЦ РАН, 2001. 216 с.
- Рубки и восстановление лесов. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. 118 с.
- Итоги инвентаризации и мониторинга разнообразия природного наследия Водлозерского национального парка. Проект Тасис: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект. FDRUS 9507. Петрозаводск, 1999. 90 с.
- Красная книга Карелии. / Ред. Э.В. Ивантер, О.Л. Кузнецов. Петрозаводск, 1995. 286 с.
- Национальный парк «Калевальский»: предложения к организации. / ред. А.Н. Громцев. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 78 с. **
- Национальный парк «Ладожские шхеры»: предложения к организации. / Ред. А.В.Кравченко. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 92 с.
- Национальный парк «Тулос»: предложения к организации / Ред. О.Л. Кузнецов. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2001. 64 с.

- Национальный парк «Койтайоки-Толвоярви»: предложения к организации / Ред. В.А. Коломыцев. Материалы проекта ТАСИС «Развитие особо охраняемых территорий в приграничной полосе Республике Карелия». Петрозаводск, 2000. 74 с.
- Природные комплексы Вепсской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование. ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 280 с.
- Проект «Тайга-модельный лес». Заключительный отчет. / Ред. Т. Колстрем, Т. Лейнонен. Йозенсуу, 2000. 162 с.
- Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.)
- Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения. Материалы международной научно-практической конференции / Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 256 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка» / Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2003. 92 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование Национального парка «Тулос» (оперативно-информационные материалы). Ред. В.И. Саковец. В.Н. Гаврилов. Петрозаводск, 1998. 44 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1998. 44 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и природоохранная оценка территории «Чукозеро» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2007. 130 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Гридино» / ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2008 (в печати)
- Natural complexes, flora and fauna of the proposed Kalevala national park. Ed. A.N. Gromtsev Finnish Environment Institute. Helsinki, 2002. 74 p.
- Red Data Book of East Fennoscandia. Eds. H. Kotiranta, P. Uotila, S. Sulkava, S.-L. Peltonen. Helsinki, 1998. 351 p.

Список основных публикаций Института леса КарНЦ РАН

Шиперович В.Я. Защита от вторичных пороков лесоматериалов хвойных пород. М.—Л.: Гослесбумиздат, 1954. 36 с. (Удостоена премии АН СССР).

Яковлев Ф.С., Воронова В.С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 189 с.

Раменская М.Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1960. 486 с.

Комишилов Н.Ф. Канифоль, ее состав и строение смоляных кислот. М.: Лесная промышленность, 1965. 163 с.

Комишилов Н.Ф. и др. Сульфатный черный щелок и его использование. М.: Лесная промышленность, 1969. 184 с.

Синькевич М.С., Шубин В.И. Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск: Карелия, 1969. 180 с.

Казимиров Н.И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.

Новицкая Ю.Е. Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л.: Наука, 1971. 117 с.

Атлас ультраструктуры растительных клеток / Под ред. Г.М. Козубова, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1972. 132 с. (Удостоен премии АН СССР им. К.А. Тимирязева).

Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.: Наука, 1973. 175 с.

Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 264 с.

Шубин В.И., Шужемов А.А., Сибирцева В.И. Экономика искусственного восстановления лесов Европейского Севера. Петрозаводск, 1973 г. 136 с.

Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.

Почвенные исследования в Карелии: Материалы к X международному конгрессу почвоведов / Ред. Н.И. Пьявченко. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 215 с.

Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности / М.И. Виликайнен, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков и др. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. 256 с.

Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области: Сб. статей / Отв. ред. М.Л. Раменская. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1975. 206 с.

Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон (атлас) / Под ред. Г.М. Козубова, Н.П. Зотовой-Спановской. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1976. 152 с.

Козловская Л.С. Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв. Л.: Наука, 1976. 212 с.

Пятецкий Г.Е., Ионин И.В., Жарова Л.П. Лесохозяйственное освоение осушенных болот. Петрозаводск: Карелия, 1976. 128 с.

Современное состояние и перспективы развития биогеоэкологических исследований. Петрозаводск, 1976 г. 112 с.

Андреев К.А. Интродукция деревьев и кустарников в Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1977. 144 с.

Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко и др. Л.: Наука, 1977. 302 с.

Казимиров Н.И., Морозова Р.М., Куликова В.К. Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.

Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. 176 с.

Биофизические методы исследований в экофизиологии древесных растений: Сб. статей / Ред. Л.К. Кайбияйнен. Л.: Наука, 1979. 112 с.

Селекция и лесное семеноводство в Карелии: Сб. статей / Ред. А.Д. Волков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1979. 144 с.

Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 104 с.

Атлас ультраструктуры растительных тканей / Под ред. М.Ф. Даниловой, Г.М. Козубова. Петрозаводск: Карелия, 1980. 456 с.

Шмин В.Б., Кузьмин И.А. Экологические последствия применения гербицидов в лесном хозяйстве. Л.: Наука, 1980. 176 с.

Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф. Азотный обмен у сосны на Севере. Л.: Наука, 1980. 166 с.

Биологические основы цветения и стимулирования плодоношения ели / Козубов Г.М., Ронис Э.Я., Ивонис И.Ю. и др. Петрозаводск: Карелия, 1981 г. 120 с.

Штина Э.А., Антипина Г.С., Козловская Л.С. Альгофлора болот Карелии и ее динамика под воздействием естественных и антропогенных факторов. Л.: Наука, 1981. 272 с.

Генезис и свойства песчаных почв в Карелии: Сб. статей / Ред. Л.С. Козловская, Р.М. Морозова. Л.: Наука, 1982. 144 с.

Изменение биологической активности торфяных почв под воздействием мелиорации / Л.С. Козловская, Л.М. Загуральская, Н.И. Германова и др. Л.: Наука, 1982. 164 с.

Репродуктивные структуры голосеменных (сравнительное описание) / Г.М. Козубов, В.В. Тренин, М.А. Тихова, В.П. Кондратьева. Л.: Наука, 1982. 104 с.

Зябченко С.С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 248 с.

Ивонис И.Ю., Шуляковская Т.А., Анисимовене Н.А. Ауксины и гиббереллины хвойных (на примере сосны). Л., Наука, 1984 г. 128 с.

Скробач В.Ф., Дмитриев А.С. Расчет оптимального состава и режимов работы машино-тракторных агрегатов в механизированных поточных линиях. Петрозаводск, 1984 г. 210 с.

Комплексное использование и воспроизводство лесных ресурсов Карельской АССР: Сб. статей / Ред. И.А. Глебов. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1985. 180 с.

Красная книга Карелии: Редкие и нуждающиеся в охране растения и животные. Петрозаводск: Карелия, 1985. 184 с.

Structure, radiation and photosynthetic production in coniferous stands / P. Hari, L. Kairiainen, E. Korpilahti et al. Helsinki: Yliopistopaino, 1985. 233 p.

Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере / Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф., Софронова Г.И. и др. Л.: Наука, 1985 г. 156 с.

Ермаков В.И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука, 1986. 144 с.

Еруков Г.В., Власкова Г.В. Гидротермический режим почв сосновых лесов Карелии. Л.: Наука, 1986. 112 с.

Тренин В.В. Цитоэмбриология лиственницы. Л.: Наука, 1986. 88 с.

Проблемы лесопользования в Карельской АССР: Сб. статей / Ред. А.Д. Волков, Н.М. Щербаков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 114 с.

Селекционно-генетические исследования древесных растений в Карелии: Сб. статей / Ред. В.И. Ермаков. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 144 с.

Узенбаев С.Д. Экология хищных членистоногих мезотрофного болота. Петрозаводск, 1988 г. 152 с.

Тренин В.В. Введение в цитоэмбриологию хвойных. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 152 с.

Шубин В.И. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР (экологическая характеристика). Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 215 с.

Белоногова Т.В., Зайцева Н.Л. Эколого-биологические особенности хозяйственно ценных растений Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 168 с.

Габукова В.В. Фосфорный обмен у сосны на Севере. Петрозаводск: КФАН СССР, 1989. 152 с.

Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 208 с.

Медведева В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карелия, 1989. 168 с.

Экосистемы Валаама и их охрана / А.А. Кучко, Н.А. Белоусова, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Карелия, 1989. 200 с.

Родионов В.С. Современные методы выделения органелл и мембранных систем из клеток растений. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1990. 170 с.

Тихонов А.С., Зябченко С.С. Теория и практика рубок леса. Петрозаводск: Карелия, 1990. 224 с.

Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.

Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика) / А.Д. Волков, А.Н. Громцев, Г.В. Еруков и др. Петрозаводск: Карелия, 1990. 285 с.

Габукова В.В., Ивонис И.Ю. и др. Метаболизм сосны в связи с интенсивностью роста. Петрозаводск, 1991 г. 160 с.

Ермаков В.И., Новицкая Л.Л., Ветчинникова Л.В. Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 184 с.

Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.

Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках / В.И. Шубин, И.С. Гелес, В.И. Крутов и др. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 176 с.

Синькевич Т.А., Синькевич С.М. Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1991. 136 с.

Антропогенная динамика почв таежных экосистем / Отв. ред. О.Г. Чертов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. 219 с.

Атлас древесины и волокон для бумаги / Под ред. Е.С. Чавчавадзе. М.: Ключ, 1992. 336 с.

Гелес И.С., Коржицкая З.А. Биомасса дерева и ее использование. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 202 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Современные процессы почвообразования в хвойных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 284 с.

Охраняемые природные территории и памятники природы Карелии: Сб. статей / Ред. Н.А. Белоусова, А.А. Кучко, С.В. Сазонов. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 136 с.

Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана: Сб. статей / Ред. Н.Г. Федорец, И.П. Лазарева. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1992. 208 с.

Габукова В.В., Ивонис И.Ю. Экофизиология репродуктивных процессов у хвойных. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 177 с.

Громцев А.Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 160 с.

Загуральская Л.М. Микробная трансформация органического вещества в лесных почвах Карелии. Л.: Наука, 1993. 135 с.

Коломыцев В.А. Болотообразовательный процесс в среднетаежных ландшафтах Восточной Финноскандии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 173 с.

Растительный мир Карелии и проблемы его охраны: Сб. статей / Ред. Г.А. Елина, А.Д. Волков. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 198 с.

Селекция и лесное семеноводство в Карелии: Сб. статей / Ред. В.В. Тренин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 214 с.

Экологическая ситуация в Карелии / Отв. ред. С.С. Зябченко. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1993. 208 с.

Саковец В.И., Гаврилов В.Н. Лесообразовательные процессы на осушенных болотах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1994. 102 с.

Яковлев Е.Б. Двукрылые Палеарктики, связанные с грибами и миксомицетами. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 1994. 128 с.

Казимиров Н.И. Экологическая продуктивность сосновых лесов (Математическая модель). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1995. 132 с.

Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.

Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика) / А.Д. Волков, А.Н. Громцев, Г.В. Еруков и др. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Состояние сосняков в районах Карельского перешейка — юго восточной Финляндии и Костомкши — Кайнуу (Заключительный отчет по рос.-фин. науч.-исслед. проекту)/Ред.: И. Лумме, В. Архипов, Н. Федорец, Э. Мялкёнен.//Бюл. Науч.-исслед. ин-та леса Финляндии. 665. 1997. 75 с.

Сазонов С.В. Орнитофауна заповедников и национальных парков северной тайги Восточной Финноскандии и ее зоогеографический анализ. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 116 с.

Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии: Сб. статей. Вып. 1. / Ред. А.В. Кравченко. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 169 с.

Bibliography of Scandinavian and Russian forest thinning literature /Saramaki J., Sinkevich S., Harju A., Kolstrom T., Lipitsainen S., Myllynen A.-L., Ryttonen V.-M., Sivonen S. //University of Joensuu Research Notes. 55. 1997. 191 p.

Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой (Атлас) / Н.Г. Федорец , В.В. Дьяконов , П.Ю. Литинский , Г.В. Шильцова Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 50 с.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия: (оператив.-информ. материалы) / Ред.: В.И. Крутов, А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1998. 168 с.

Интегрированный экологический мониторинг в Карелии (концепция, программа, методы, результаты 1992-1996 гг.) /Ред.: В.А. Коломыцев, Г.В. Шильцова. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 115 с.

Крутов В.И., Минкевич И.И., Горбунова В.Н. Грибные болезни (микозы) деревьев и кустарников: Учебн. пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 89 с.

Медведев Н.В. Птицы и млекопитающие Карелии как биоиндикаторы химических загрязнений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 135 с.

Научные основы селекции древесных растений Севера: Сб. статей /Ред. Л.Л. Новицкая. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. 168 с.

Red Data Book of East Fennoskandia. Ministry of Environment, Finnish Environment Institute, Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, Helsinki, 1998. 351 p.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря: (оператив.-информ. материалы) /Отв. ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 140 с.

Коренные леса северо-запада таежной зоны России: терминология, методы выявления, современное состояние (аналитический доклад) /Волков А.Д., Громцев А.Н., Литинский П.Ю., Саковец В.И. Петрозаводск, 1999. 65 с. (TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507).

Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения: (Материалы междунаrod. науч.-практ. конф.) /Ред.: А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 256 с. (TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507).

Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера /Федорец Н.Г., Соколов А.И., Шильцова Г.В., Германова Н.И., Крышень А.М., Антипина Г.С. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 74 с.

Рубки и восстановление лесов. TACIS: Управление лесными ресурсами на северо-западе России: Карельский проект FDRUS9507: Сб. ст. /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 1999. 118 с.

Экологический мониторинг лесных экосистем. Тез. докл. всерос. совещ., (г. Петрозаводск, (6-10 сент. 1999 г.) Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1999. 134 с.

Великий Андомский водораздел /Куликов В.С., Антипин В.К., Бойчук М.А., Воробьев Г.А., Гриппа С.П., Кравченко А.В., Потахин С.Б., Сазонов С.В., Стойкина М.В., Шелехов А.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 60 с.

Грибные сообщества лесных экосистем /Ред.: Стороженко В.Г., Крутов В.И., Селочник Н.Н. М.–Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 321 с.

Громцев А.Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Занонежского полуострова и Северного Приладожья: (оперативно-информационные материалы) /Ред.: А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, 2000. 346 с.

Кравченко А.В., Гнатюк Е.П., Кузнецов О.Л. Распространение и встречаемость сосудистых растений по флористическим районам Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 76 с.

Оценка продуктивности лесных почв Карелии /Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 195 с.

Полевой А.В. Грибные комары (*Diptera: Bolitophilidae, Dityomyiidae, Keroplatidae, Diadocidiidae, Mycetophilidae*) Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 84 с.

Саковец В.И., Германова Н.И., Матюшкин В.А. Экологические аспекты гидрорелесомелиорации в Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 155 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2000. 195 с.

Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Генетика лесных древесных пород: Учебник. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. 340 с.

Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России /Ред.: В.И. Крутов, С.М. Синькевич, Л.К. Кайбияйнен., Н.Г. Федорец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 310 с.

Гаврилова О.И., Соколов А.И., Лесная рекультивация нарушенных земель на Севере: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 58 с.

Гелес И.С. Древесная биомасса и основы экологически приемлемых технологий ее химико-механической переработки. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 382 с.

Грибы заповедника «Кивач» (Аннотированный список видов) /Бондарцева М.А., Крутов В.И., Лосицкая В.М. и др. М., 2001. 90 с.

Громцев А.Н. Калевальский национальный парк: предложения к организации. Петрозаводск, 2001. 78 с. (ТАСИС: Проект ENVRUS9704: Развитие особо охраняемых природных территорий в приграничной полосе Республики Карелия).

Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии: (оперативно-информационные материалы) / Ред.: А.Н. Громцев, В.И. Крутов. Петрозаводск, 2001. 216 с.

Коломыцев В.А. Национальный парк Койтайоки-Толвоярви. Предложения к организации. Петрозаводск, 2001. 74 с. (ТАСИС: Проект ENVRUS9704: Развитие особо охраняемых природных территорий в приграничной полосе Республики Карелия).

Коломыцев В.А. Географические особенности структуры и динамики заболоченности Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 184 с.

Основные понятия и термины ботанического ресурсосведения. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 105 с.

Соколов А.И., Харитонов В.А. Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 82 с.

Федорец Н.Г., Морозова Р.М. Плодородие лесных почв Карелии: Учебное пособие. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2001. 114 с.

Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород: Учебник. М.: Логос, 2001. 520 с.

Чернобровкина Н.П. Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб.: Наука. 2001. 172 с.

Krutov V.I., Gromtsev A.N., Volkov A.D. Forests of the Republic of Karelia. Joensuu, 2001. 32 p.

Natural complexes, flora and fauna of the proposed Kalevala National Park /A.N. Gromtsev (ed). Finnish Environment Institute. The Finnish Environment: 577. Helsinki, 2002. 74 s.

Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений. М.: МГУЛ, 2002. 258 с.

Крутов В.И., Минкевич И.И. Грибные болезни древесных пород. Учебное пособие для студентов лесных вузов и слушателей факультетов повышения квалификации по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство». Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 196 с.

Морозова Р.М., Лазарева И.П. Почвы и почвенный покров Валаамского архипелага. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 170 с.

Фактор биоразнообразия и комплексная продуктивность лесных экосистем северо-запада таежной зоны Европейской части России / А.Д. Волков, Т.В. Белоногова, Ю.П. Курхинен, С.В. Сазонов, В.И. Шубин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 223 с.

Фукусман И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2002. 164 с.

Волков А.Д. Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 250 с.

Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений. 2-е изд. М.: МГУЛ, 2003. 280 с.

Лесные ресурсы, лесное хозяйство и лесопромышленный комплекс Карелии на рубеже XXI века /Ред. А.Д. Волков, В.И. Крутов, А.Ф. Козлов, А.И. Шишкин. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 146 с.

Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка» /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск, 2003. 91 с.

Методы классифицирования и описания лесных фитоценозов и почв (учебно-методическое пособие для студентов, аспирантов лесных и биологических специальностей) /Крышень А.М., Федорец Н.Г., Преснухин Ю.В., Синькевич С.М. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 58 с.

Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды / Ред. А.Н. Громцев, С.П. Китаев, В.И. Крутов, О.Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е.Б. Яковлев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 262 с. (на рус. и англ. яз.).

Рациональное многоцелевое лесопользование и особо охраняемые природные территории: результаты и перспективы /А.Н. Громцев, А.С. Карпенко, А.В. Кравченко и др. Петрозаводск: Скандинавия, 2003. 76 с.

Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2003. 239 с.

Хумала А.Э. Наездники-ихневмониды фауны России и сопредельных стран: Подсемейства *Microleptinae* и *Oxytorinae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). М.: Наука, 2003. 175 с.

Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты (матер. междунар. науч.-практ. конференции) (Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 368 с. (на рус. и англ. яз.).

Ветчинникова Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.

Германова Н.И., Саковец В.И. Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск: РИО КарНЦ АН РАН, 2004. 188 с.

Грибные сообщества лесных экосистем. Том. 2. /Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова. Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 311 с.

Морозова Р.М., Федорец Н.Г. Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2004. 152 с.

Сазонов С.В. Орнитофауна тайги Восточной Фенноскандии. М.: Наука, 2004. 391 с.

Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия) /Ред. А.Д. Волков, А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 188 с.

Ветчинникова Л.В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 269 с.

Гнатюк Е.П., Крышень А.М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии). Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 68 с.

Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии /Ред. В.И. Саковец. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 174 с.

Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России: Учебное пособие / Ананьев В.А., Асикайнен А., Вьялкю Э. и др. Йознсуу: НИИ леса Финляндии, 2005. 150 с.

Природные комплексы Вепской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование /Ред. А.Н. Громцев. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 277 с.

Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-й междунар. конф. (Ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутов). Москва-Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 388 с.

Федорец Н.Г., Медведева М.В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 96 с.

Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах: Матер. междунар. науч. конф. /Отв. ред. С.А. Шоба. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. 345 с.

Книга юного лесовода: Учебное пособие по основам лесоведения, лесоводства и охраны природы для обучающихся по дополнительным образовательным программам. 3-е изд., испр. и доп. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 350 с.

Крышень А.М. Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 262 с.

Курхинен Ю.П., Данилов П.И., Ивантер Э.В. Млекопитающие Восточной Финноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

Раевский Б.В., Мордась А.А. Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях первого порядка. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 91 с.

Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги /Отв. ред. Н.Г. Федорец. М.: Наука, 2006. 287 с.

Соколов А.И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2006. 215 с.

Гелес И.С. Древесное сырье — стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 500 с.

Основные публикации об Институте леса

Академия наук СССР. Карельский филиал. Институт леса. Петрозаводск: Карелия, 1974. 4 с.

Современное состояние и перспективы исследований в Институте леса Карельского филиала АН СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987. 55 с.

Институт леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: Карелкомиздат РК, 1992. 22 с.

Российская академия наук. Карельский научный центр. Институт леса. Петрозаводск: Карелкомиздат РК, 1997. 13 с.

Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук. Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1997. 83 с.

Российская академия наук. Карельский научный центр. Институт леса. Петрозаводск, 2007.

Содержание

<i>Крутов В.И.</i> История и основные вехи деятельности Института леса (1957—2007 гг.)	5
<i>Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Синкевич А.Е.</i> Мониторинг лесов Ленинградской области на основе регулярной биоиндикационной сети пробных площадей по программе ICP-Forests	18
<i>Бондарцева М.А., Коткова В.М.</i> Исследования по биоте афиллофороидных грибов в таежных экосистемах Северо-Запада России	30
<i>Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А.</i> Массовое усыхание лесов на Северо-Западе России	42
<i>Исаев А.С.</i> Методологические основы мониторинга биоразнообразия лесов	53
<i>Исаева Л.Г.</i> Северотаежные леса в условиях аэротехногенного загрязнения	59
<i>Линдхольм Т., Хемми Р., Яковлев Е.</i> Итоги и перспективы российско-финляндского сотрудничества в области охраны окружающей среды на Северо-Западе России	72
<i>Мозолевская Е.Г.</i> Защита лесов России сегодня	77
<i>Рысин Л.П.</i> Рекреационное лесопользование; научные и практические аспекты	83
<i>Савельева Л.И.</i> Лесотипологические исследования в европейской части лесной зоны России	95
<i>Стороженко В.Г.</i> Структура микоценозов устойчивых лесных сообществ	107
<i>Цветков В.Ф.</i> Вопросы притундрового лесоводства	115
ПРЕЗЕНТАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ ИНСТИТУТА ЛЕСА КарНЦ РАН	126
<i>Громцев А.Н., Кравченко А.В.</i> Лаборатория ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем	127
<i>Саковец В.И.</i> Лаборатория лесоведения и лесоводства	140
<i>Соколов А.И.</i> Лаборатория лесовосстановления	148
<i>Крутов В.И.</i> Лаборатория лесной микологии и энтомологии	159
<i>Федорец Н.Г.</i> Лаборатория лесного почвоведения и микробиологии	166
<i>Новицкая Л.Л.</i> Лаборатория физиологии и цитологии древесных растений	178
<i>Морозов А.К.</i> Химико-аналитическое обеспечение научно-исследовательских работ в Институте леса	190
<i>Громцев А.Н.</i> Межинститутские и международные проекты	193
Список основных публикаций Института леса КарНЦ РАН	205

Научное издание

**Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России:
итоги и перспективы**

Материалы научной конференции, посвященной
50-летию Института леса Карельского научного центра РАН
(3–5 октября 2007 года).

*Печатается по решению
Ученого совета Института леса КарНЦ РАН*

Составители: *В.И. Крутов, А.Н. Громцев, О.О. Предтеченская*
Фото *И.Ю. Георгиевского*

Материалы опубликованы в авторской редакции

Серия ИД. Изд. лиц. № 00041 от 30.08.99 г. Сдано в печать 25.06.2007 г. Формат 60х84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 22,0. Усл. печ. л. 20,3. Тираж 300 экз. Изд. № 33. Заказ № 662

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
Петрозаводск, пр. А. Невского, 50