

Российская академия наук

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ СЕВЕРА
КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

***Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием
23-27 июня 2014 г.***

Часть 3

**Апатиты
2014**

Печатается по решению Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 14-05-06012-г

УДК 574.4

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ:

Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук. Часть 3.

- Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2014. – 223 с.

V Всероссийская научная конференция с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения» посвящена вопросам рационального природопользования, изучения путей развития биосферы и техносферы, ответных реакций организмов на изменение качества среды их обитания, сохранения биологического разнообразия живых организмов, разработке приемов, методов и способов реабилитации загрязненных природных сред. В докладах уделено внимание антропогенной и природной динамике тундровых и лесных экосистем, сохранению биоразнообразия, современным тенденциям изменения водных экосистем Севера, геохимии природных сред, моделированию природных процессов и технологическим аспектам охраны окружающей среды, влиянию природных и социально-экономических условий на здоровье человека в районах Крайнего Севера, а также развитию современных подходов и ресурсосберегающих технологий в природоохранной деятельности. Сборник содержит 189 тезисов докладов, в которых обобщены знания о состоянии северных экосистем с позиций междисциплинарных оценок для возможного их использования при разработке региональных комплексных программ рационального природопользования и ресурсовоспроизводящих технологий, теоретических основ изучения и сохранения биоразнообразия; моделирования и прогноза комплексного влияния природных и антропогенных факторов на водные, наземные экосистемы и здоровье населения Арктической зоны.

Ответственные редакторы
докт. биол. наук, проф. Г.А. Евдокимова
канд. биол. наук О.И. Вандыш

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук, 2014

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Кольский научный центр Российской академии наук, 2014

**Russian Academy of Sciences
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

KOLA SCIENCE CENTER OF RAS

**INSTITUTE OF THE INDUSTRIAL ECOLOGY PROBLEMS OF THE NORTH OF THE KOLA
SCIENCE CENTER OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

ECOLOGICAL PROBLEMS OF NORTHERN REGIONS AND WAYS FOR THEIR SOLUTION

***Materials of the V All-Russian scientific conference
with foreign participants***

June 23-27th , 2014

Part 3

**Apatity
2014**

Published according to a Resolution of the Scientific Council of the Institute of the Industrial Ecology Problems of the North of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences
The conference is supported by RFBR, grant No. 14-05-06012-g.

UDK 574.4

ECOLOGICAL PROBLEMS OF NORTHERN REGIONS AND WAYS FOR THEIR SOLUTION: Materials of the V All-Russian conference with foreign participants / Institute of the North Industrial Ecology Problems of the North of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences. Part 3.

- Apatity: Publ.office of the Kola Science Center RAS, 2014. – 223 p.

The fifth All-Russian Conference with foreign participants “Ecological Problems of the Northern Regions and Ways for their solution” addresses the issues of environmental management, studies of the biosphere and technosphere development, responses of organisms to changes in the quality of their habitat, biodiversity conservation, developing techniques and ways to rehabilitate polluted habitats. The presentations pay special attention to anthropogenic and natural dynamics of tundra and forest ecosystems, contemporary trends in the northern freshwater ecosystems, rehabilitation of disturbed ecosystems and technological aspects of environment protection, the ways environmental and socio-economic conditions affect human health, as well as to problems of studying and conserving biodiversity in the specially protected areas of the North and developing new methods and resource-saving technologies for the sake of conservancy. The collected volume consists of 189 abstracts containing the expertise on the condition of the northern ecosystems from the perspective of interdisciplinary analysis for the purpose of their possible application in developing regional complex programmes on environmental management and resource-reclaiming technologies, theoretical bases for studying and conserving bio-diversity in the Subarctic; modelling and forecasting the complex impact of natural and anthropogenic factors on water, terrestrial ecosystems and public health in the Arctic zone.

Editors-in-chief:
Dr. of Sc. Galina A. Evdokimova
PhD. Oksana I. Vandysh

© Institution of the Russian Academy of sciences
Institute of North Industrial Ecology Problems of the
North of the Kola Science Center of the Russian
Academy of Sciences, 2014

© Kola Science Centre of RAS, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как быстро летит время... Казалось совсем недавно мы собирались на 20-летие нашего Института. Была прекрасная погода, белые июньские ночи, много гостей, и что меня особенно радовало – было много коллег-микробиологов из разных городов страны.

Чем было значимо прошедшее пятилетие для нашего Института? Немного статистики. Подготовлено и опубликовано **19 монографий**, в которых обсуждались вопросы по экологическому состоянию наземных и водных экосистем в районе Кольской АЭС (В. Маслобоев с соавт.), эволюции техногенных ландшафтов (Г. Евдокимова с соавт.), геоэкологии донных отложений озер (В. Даувальтер), вопросы влияния продуктов окисления минералов на их технологические свойства и окружающую среду (Д. Макаров) и экологические аспекты гипергенеза минерального сырья в условиях Субарктики (А. Зосин с соавт.). Опубликован «Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области» (Н. Кашулин с соавт.), каталог афиллофороидных грибов Мурманской области (Л. Исаева, Ю. Химич). Изданы аннотированные списки лишенофлоры России (Г. Урбанавичус) и диатомовых водорослей Евро-Арктического региона (Л. Каган).

Опубликовано **124 статьи** в центральных рецензируемых отечественных журналах из списка ВАК («Агрохимия», «Ботанический журнал», «Водные ресурсы», «Геоэкология», «Геохимия», «Горный журнал», «Журнал прикладной химии», «Известия РАН», «Микология и фитопатология», «Почвоведение», «Растительные ресурсы», «Химия в интересах устойчивого развития», «Цветные металлы», «Экология», «Экология промышленного производства» и др.). По одному перечню этих журналов можно судить о широте проблем, которые охватывают наши исследования.

В зарубежных журналах вышло в **62 статьи** («Chemosphere», «Environ. Monit. Assess», «Ecotoxicology and Environm. Safety», «J. Environm. Science and Health», «J. Environm.l Monitoring» «J. Natural Science», «J. Paleolimnol», «Applied Vegetation Science», «J. Environm. Science and Engineering», «J. Mining World Express» et al.).

Общий объем изданий составил около **1000** уч. изд. листов. Получено **3 патента**, в том числе «Способ получения сорбента» (А. Зосин с соавт.) и **2** свидетельства о регистрации электронных ресурсов (А. Ладик и В. Маслобоев с соавт.).

За это время на базе Института подготовлено и защищено 6 кандидатских диссертаций. Маловато, конечно, но есть еще резерв.

Произошли и всем известные перемены в системе государственного управления научным процессом. Хотелось бы верить, что направлены они на повышение эффективности научных исследований. В условиях отсутствия в значимом масштабе частного финансирования научных исследований для сохранения конкурентной способности российской науки государственные ассигнования должны быть не только многократно увеличены, но и повышен профессионализм кадров, управляющих научным и образовательным процессом в стране.

На протяжении веков наука доказывала свою профессиональную значимость. Эпоха Возрождения знаменовала подъем творчества и не в последнюю очередь - научного. Торжественны и глубоко слова великого Луи Пастера: «Наука должна быть самым возвышенным воплощением Отечества, ибо из всех народов первым будет всегда тот, который опередит другие в области мысли и умственной деятельности». Хотелось бы, чтобы народ России гордился в первую очередь научными достижениями своих сограждан. Государственные же деятели заслужат память потомков не громкими политическими речами, а созданием экономических и социальных условий для научного процветания России и продолжения традиций российского меценатства, складывавшихся на протяжении нескольких веков.

Мурманская область – экономический регион на Севере России с высоким уровнем развития горнодобывающего, металлургического, энергетического и транспортного комплексов. Исследования, проводимые в Институте проблем промышленной экологии Севера, наряду с фундаментальной направленностью решают и ряд практических задач нашего региона. Приоритетными направлениями исследований являются: получение фундаментальных знаний о путях развития биосферы и техносферы; разработка научных основ экологической оптимизации природопользования и создание биотехнологий восстановления нарушенных ландшафтов в промышленно-развитых регионах Севера; исследование механизмов обеспечения устойчивости северных экосистем и средообразующих функций живой природы; моделирование и прогноз комплексного влияния природных и антропогенных факторов на водные и наземные экосистемы Арктической зоны.

Пятый раз собираются на базе нашего Института специалисты различных профилей для обсуждения экологических проблем Северных регионов и путей их решения. Среди постоянных участников конференции коллеги из профильных институтов и учебных заведений городов: Москвы, Санкт-Петербурга, Архангельска, Владивостока, Казани, Кирова, Красноярска, Магадана, Петрозаводска, Пущино, Сыктывкара, города Мурманской области: Мурманск, Кировск, Мончегорск; пос. Бор и с. Успенское (Московская обл.), пос. Якша, (Республика Коми). Интерес к конференции проявили наши зарубежные коллеги из исследовательских институтов Казахстана, Украины, Финляндии и Дании.

Мы рады каждому гостю, прибывшему на конференцию. Надеемся, что встреча будет интересной и полезной для каждого участника, что произойдет обмен мнениями о состоянии и перспективах развития северных регионов страны, о сохранении разнообразия биоты наземных и водных экосистем и ее функциональной активности. Судя по представленным материалам, конференция обещает быть успешной. Гости посетят лаборатории Института и совершат экскурсии по Кольскому краю на ряд ведущих предприятий Мурманской области.

На Олимпиаде в Сочи было в феврале +20⁰С, а у нас даже в июле такое редко случается. Но мы прикипели к этому краю, а многие и родились здесь, значит, здесь и будем трудиться на благо своего родного Кольского края, на благо России. В нашем Институте много молодежи, хотелось бы, чтобы все мы могли плодотворно трудиться в единой хорошо отлаженной в современных условиях эконисше, имя которой - НАУКА.

Профессор Г.А. Евдокимова

FOREWORD

Time runs fast ... It seems just a little while ago we met to celebrate the 20th anniversary of our Institute. There was fine weather, white June nights, plenty of guests and what is especially cheery for me – many colleagues-microbiologists who had come from all over the country.

What was so remarkable for our Institute during the recent decade? Here is some statistics. There were published **19 monographs** discussing the issues of the environmental state of terrestrial and aqueous ecosystems in the area of the Kola NPP (Masloboev V. et al.), evolution of technogenic landscapes (Evdokimova G. et al.), geoecology of lake sediments (V. Dauvalter), impact of oxidation products of minerals on their technological properties and the environment (D. Makarov) and environmental aspects of hypergenesis of mineral raw materials in the Subarctic (A. Zosin et al.). “Annotated environmental lake catalogue of the Murmansk region” (N. Kashulin et al.) was published together with a catalogue of aphylliphoroid fungi of the Murmansk region (L. Isaeva, Yu. Khimich). Annotated lists of lichen flora of Russia (G. Urbanavichus) and diatoms of the Euro-Arctic region (L. Kagan) were published.

124 articles were published in principal national reviewed journals included into the list of the State Commission for Academic Degrees and Titles (“Agrochemistry”, “Botanical journal”, “Aquatic resources”, “Mining journal”, “Journal of applied chemistry”, “News of the RAS”, “Mycology and phytopathology”, “Soil science”, “Plant resources”, “Chemistry for sustainable development”, “Non-ferrous metals”, “Ecology”, “Ecology of the industrial production”, etc.). The range of the journals is the evidence of the wide scope of research issues in our Institute.

62 articles were published in foreign journals (“Chemosphere”, “Environ. Monit. Assess”, “Ecotoxicology and Environm. Safety”, “J. Environm. Science and Health”, “J. Environm. Monitoring” “J. Natural Science”, “J. Paleolimnol”, “Applied Vegetation Science”, “J. Environm. Science and Engineering”, “J. Mining World Express”, etc.).

The total volume of the published material is about **1000** published sheets. Three patents were received, including “Method of sorbent production” (A. Zosin et al.) and 2 certificates for electronic resources recording (A. Ladik and V. Masloboev et al.).

During this time 6 PhD defences were passed on the basis of the Institute. Not many, but there is still work to be done!

The well-known changes in the system of state management of scientific processes have come over the Institute. We should believe that these changes will improve the efficiency of researches. Under conditions of limited private financing of researches and in order to preserve the competitive performance of the Russian science it is necessary not only to increase manifold the government subsidy for the science but improve the competence of the staff managing the research and educational process in the country.

During centuries the science has proved its professional importance. Renaissance period was marked by an upsurge of creative effort and in no small measure of the scientific effort. Triumphant and deep are the words of the great Louis Pasteur: “Science should be the most sublime implementation of the Motherland, as out of all peoples the first one will be those which will be ahead of the others in brain work and mental performance”. I wish the people of Russia shouldn't neglect the scientific achievements of their fellow citizens. It is a good chance for political actors to stay in public memory not through their political speeches, but through establishing of good economic and social conditions for research welfare of the nation and continuing the tradition of Russian partnership which is still alive over the course of history of Russia.

The Murmansk region is an important economic region of the northern Russia characterized by highly developed mining, metal, energy production and transport industries. Being basically fundamental the studies performed at the INEP are aimed to solve a range of practical problems of the region.

The priority research areas are: fundamental knowledge on development trends in biosphere and technosphere; scientific basis for environmental optimization of nature management and development of technologies for restoration of disturbed landscapes in industrially developed regions of the North; studies of sustainability of northern ecosystems and medium-forming functions of the living nature; modeling and forecast of integrated impact of natural and technogenic factors on aqueous and terrestrial ecosystems in the Arctic.

It is the fifth time when specialists in various fields meet each other to discuss environmental issues of the northern regions and ways to solve them. The regular guests of the conference come from many Russian cities: Moscow, St. Petersburg, Arkhangelsk, Vladivostok, Kazan, Kirov, Krasnojarsk, Magadan,

Petrozavodsk, Pushchino, Syktyvkar, and cities of the Murmansk region: Murmansk, Kirovsk, Monchegorsk; Bor settle and Uspenskoe (Moscow region) and Yaksha (the Komi republic) settlements.

Our foreign colleagues from research centers of Kazakhstan, Ukraine, Finland and Denmark show a keen interest in the conference.

Every guest is welcome here. We hope that the meeting will be interesting and fruitful for each participant, that we will exchange our opinions on the state of the northern regions and their potential, on conservation of biota diversity in terrestrial and aqueous ecosystems and its functional activity. The materials submitted for the conference are full of promise. We offer our guests to visit our laboratories and excursions to several meaningful enterprises of the Murmansk region.

During the Sochi Olympic games in February the temperature was $+20^{\circ}\text{C}$, here we seldom have such temperatures even in July. Nevertheless, we love this place, it is a native region for many of us and we will work for the benefit of the Kola region and for the benefit of Russia.

There is a lot of youth in our Institute and I would like that altogether we could work effectively in our well-running profession which is Science.

Professor G. Evdokimova

СЕКЦИЯ 3.

ГЕОХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Амосов П.В., Новожилова Н.В.

Горный институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
vosoma@goi.kolasc.net.ru

ПРОГНОЗ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ 3-Х ЯРУСНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ОЯТ БИЛИБИНСКОЙ АЭС

К 2020 году все энергоблоки Билибинской АЭС (БилАЭС) будут выведены из эксплуатации, а значит, в ближайшее время должно быть принято решение о судьбе накопившегося неперерабатываемого на данный момент отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В 2011 г. специалистами Росатома рассматривалось три варианта обращения с ОЯТ БилАЭС (Барышников и др., 2012.) (хранение ОТВС в бассейнах выдержки; вывоз на переработку; захоронение в многолетнемерзлых горных породах (ММГП)). Однако в 2012 г. обсуждается только два последних.

Вечная мерзлота в районе расположения БилАЭС создает благоприятные условия для создания опытно-промышленного объекта (ОПО) подземной изоляции ОЯТ (штольневой или скважинного типа). Вариант с подземной изоляцией ОЯТ является интересным с научной точки зрения, поскольку необходимо рассматривать тепловую задачу с учетом фазового перехода «вода-лед». К сожалению, в материалах открытой печати практически полностью отсутствует информация о теплофизических параметрах ОПО подземной изоляции ОЯТ и подробных результатов оценки теплового состояния ММГП (Карапетян и др., 2012; Лобанов, 2011).

Параметры модели

Следуя идее специалистов «ВНИПИПромтехнологии» (Карапетян и др., 2012; Лобанов, 2011), 8240 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) (примерно такое количество ОТВС планируется отправить на захоронение после вывода из эксплуатации БилАЭС) можно разместить примерно в 1200 чехлов длительного хранения (ЧДХ). Габариты ЧДХ следующие: высота 4 м, диаметр 0.45 м. В свою очередь ЧДХ для варианта ОПО штольневой типа помещаются в 20 горизонтальных выработок (длина рабочей зоны порядка 155 м). Параметры ММГП в районе БилАЭС позволяют использовать многоярусное размещение в скважинах основания каждой выработки 60 ЧДХ. В этой работе рассмотрено 3-х ярусное размещение тепловыделяющих сборок с шагом около 8 м (рис. 1).

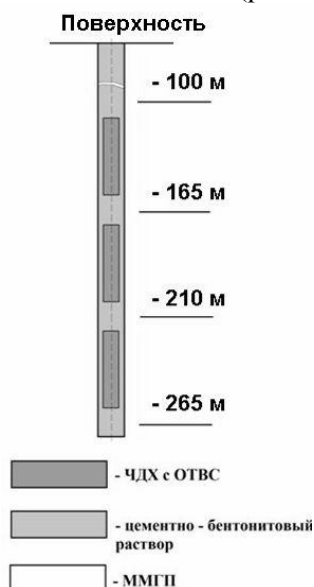


Рис. 1. Эскизная схема 3-х ярусного размещения ЧДХ с ОТВС

В выполненном исследовании спрогнозированы потенциальные области оттаивания ММГП во времени для 3-х ярусного способа изоляции в зависимости от времени выдержки топлива и радиуса скважины (радиус варьировался от 0.5 м до 0.8 м с шагом 0.1 м).

Выделим три зоны модели (см. рис. 1): 1) ММГП; 2) материал-заполнитель в скважинах (цементно-бentonитовый раствор); 3) ЧДХ+ОТВС. Последняя область, предполагаемая в тепловой задаче гомогенной, является наиболее сложной с позиций обоснования теплофизических параметров.

Анализ геометрических и массовых параметров ЧДХ и ОТВС БилАЭС (Абрамов и др., 1973; Карапетян и др., 2012; Лобанов, 2011),

а также теплофизических свойств материалов (Физические величины, 1991), позволил авторам через «взвешивание» (Мельников и др., 2001) определиться с необходимыми для модели значениями эффективных параметров зоны ЧДХ+ОТВС: коэффициент теплопроводности – 0.27 Вт/(м•К); удельная теплоемкость – 890 Дж/(кг•К); плотность – 1445 кг/м³.

Теплофизические параметры вмещающего массива и материала-заполнителя, соответственно, выбраны следующие: коэффициент теплопроводности 1.8 и 0.8 Вт/(м•К); удельная теплоемкость – 800 и 800 Дж/(кг•К); плотность – 2200 и 1500 кг/м³. Значение пористости ММГП установлено на уровне 10%, а материала-заполнителя – 15%.

Опираясь на данные работы (Калинкин и др., 2009), удалось описать с помощью степенной функции мощность остаточного энерговыделения (МОЭ) W (Вт) одной ОТВС БилАЭС через год после выгрузки из реактора $W=62.73x^{0.47}$, где x – годы ($x \geq 1$). Тогда кривая объемной МОЭ q_v (Вт/м³) через год после выгрузки из реактора имеет аналитическое описание вида $q_v=690(t+k)^{0.47}$, где t – годы; k – время выдержки (годы).

Основным «инструментом» выполнения численных экспериментов выступал код COMSOL. Условие симметричного расположения в смежных скважинах именно «свежего» ОЯТ позволяет задавать на внешних боковых границах модели условие нулевого теплового потока. Для верхней и нижней границ модели использовано условие Дирихле – фиксированные значения температур, характерные для ММГП на глубинах -100 м и -265 м района БилАЭС: -4.3⁰С и -2.2⁰С, соответственно.

Вся толща ММГП разбита на 3 слоя (хорошо видно на рис.1), в каждом из которых задавалась начальная постоянная температура с учетом обозначенных температур на нижней и верхней границах области моделирования. Для материала-заполнителя принята температура на уровне -2⁰С (предполагается, что в процессе размещения ЧДХ с ОТВС в скважине и дальнейшем запечатывании выработки материал успеет охладиться).

В выполненном исследовании временной интервал моделирования составлял 20 лет.

Фактор радиуса скважины. На рис.2а и 2б представлены области, ограниченные температурой фазового перехода «лед-вода» для радиусов скважины 0.5 м и 0.6 м, соответственно, на 20 лет процесса моделирования для ОЯТ с выдержкой в бассейне 9 лет. Хорошо видно, что увеличение радиуса скважины приводит к росту размера области талой породы (талая порода находится внутри поверхности изображения).

В таблице приведены значения максимальной температуры в моделируемой области на 20 лет процесса симуляции, время достижения максимальных размеров области оттаивания вдоль оси X (минимальная толщина сохранившихся ММГП), радиуса оттаивания при вариации радиуса скважины захоронения ЧДХ, значение максимальной температуры в центральном ЧДХ, когда время выдержки отработавшего ядерного топлива 9 лет.

Как видно из данных таблицы, увеличение радиуса скважины, заполненной материалом с коэффициентом теплопроводности 0.8 Вт/(м•К), подтверждает тот факт, что при учете фазового перехода «лед-вода» отклик системы на вариацию термического сопротивления, в целом, нелинейный. Вместе с тем, прослеживается тенденция роста максимальной температуры в области моделирования и центрального ЧДХ (см. позиции 1 и 4), что соответствует физике процесса.

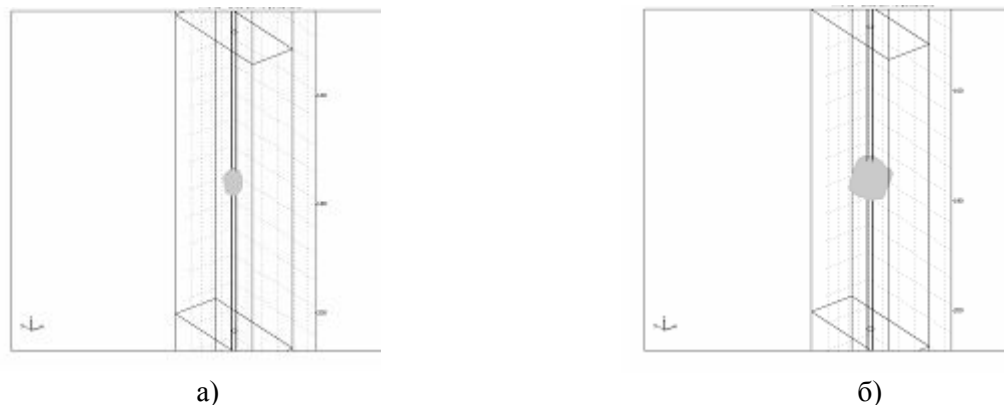


Рис. 2. Изоповерхности температуры фазового перехода «лед-вода» в области центрального ЧДХ на 20 лет процесса симуляции для радиуса скважины: а) 0.5 м и б) 0.6 м

Таблица

Значение максимальной температуры в моделируемой области на 20 лет процесса симуляции, приблизительное время достижения максимальной области оттаивания вдоль оси X, радиус оттаивания, значение максимальной температуры в центральном ЧДХ (время выдержки ОЯТ – 9 лет).

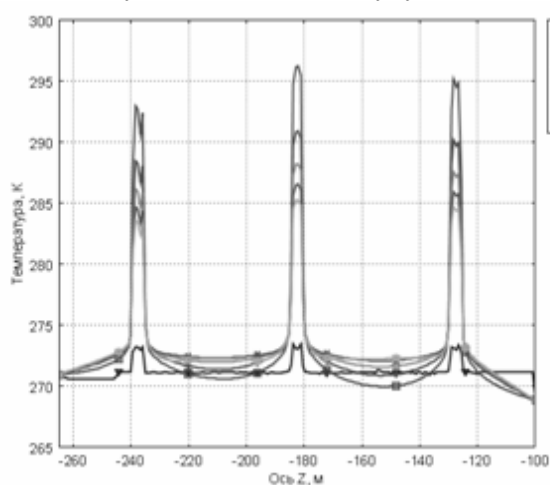
Параметры контроля	Радиус скважины, м			
	0.5	0.6	0.7	0.8
1. Максимальная температура на 20 лет процесса симуляции, К	281.2	282.1	282.0	282.9
2. Время достижения максимальной области оттаивания вдоль оси X, годы	~20	~18	~12	~12
3. Радиус оттаивания, м	0.8	> 3.4	1.85	2.2
4. Максимальная температура в центральном ЧДХ, К	281.7	282.4	284.0	285.3

Однако, при радиусе скважины 0.6 м имеет место нетривиальный тепловой эффект, связанный с образованием талой породы размером более 8 м вдоль оси X. Другими словами прогноз теплового состояния ММГП указывает, что при радиусе скважины 0.6 м между смежными скважинами в центральном ярусе примерно через 18 лет процесса изоляции возможно смыкание талой породы. Поскольку такое смыкание талой породы потенциально может произойти в обоих направлениях вдоль оси X, то размер зоны талой породы в указанном направлении составит не менее 20 м.

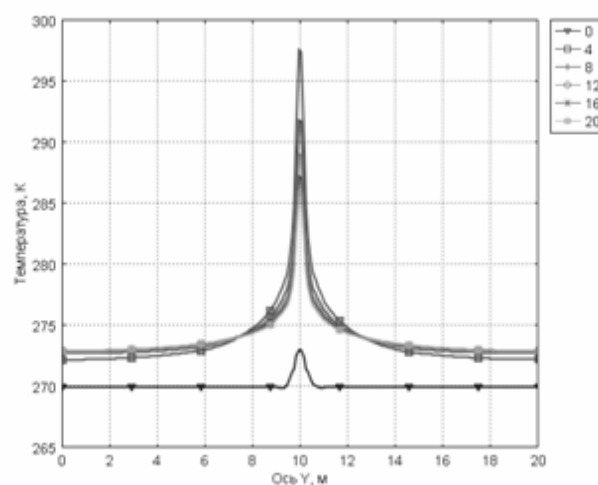
Фактор времени выдержки ОЯТ. Анализ теплового состояния ММГП выполнялся для скважины изоляции радиусом 0.5 м по трем пространственным направлениям для трех значений времени выдержки ОЯТ: 1, 5 и 9 лет.

1. Вдоль вертикальной оси Z (расстояние между ЧДХ почти 50 м). Динамика распределения температуры вдоль вертикальной оси, проходящей через все ЧДХ с ОТВС со временем выдержки в 1 год (нижний, центральный и верхний) подсказывает (см. рис. 3а; цифры в легенде – годы), что наиболее критично (максимальные температуры разогрева) тепловое состояние центрального ЧДХ. Из анализа вертикального распределения температуры максимально «опасного» в тепловом отношении ОЯТ следует, что смыкания талых пород вдоль вертикальной оси не прогнозируется.

2. Вдоль горизонтальной оси Y (расстояние между выработками 20 м). Динамика пространственного распределения температуры вдоль горизонтальной оси Y (см. рис. 3б) даже для минимального времени выдержки ОЯТ в 1 год свидетельствует, что смыкания талых пород между выработками не прогнозируется. Максимальная глубина оттаивания в этой ситуации оценивается на уровне 5.7 м примерно через 20 лет после запечатывания. При больших временах выдержки ОЯТ значения глубины оттаивания будут снижаться.



а)



б)

Рис. 3. Динамика пространственного распределения температуры вдоль вертикальной оси Z (а) и вдоль оси Y (б), (время выдержки ОЯТ 1 год)

3. Вдоль горизонтальной оси X (расстояние вдоль выработки между скважинами 8 м). Динамика пространственного распределения температуры представлена на рис. 4(а-в), соответственно, для обозначенных выше времен выдержки ОЯТ. Прекрасно видно, что смыкания талых пород не прогнозируется только для времени выдержки ОЯТ в 9 лет (рис. 4в). Глубина оттаивания в этой ситуации составляет 2.1 м. Дополнительный расчет для времени выдержки 7 лет показал, что в этой ситуации также не прогнозируется смыкания талых пород, а глубина оттаивания увеличивается до 2.3 м.

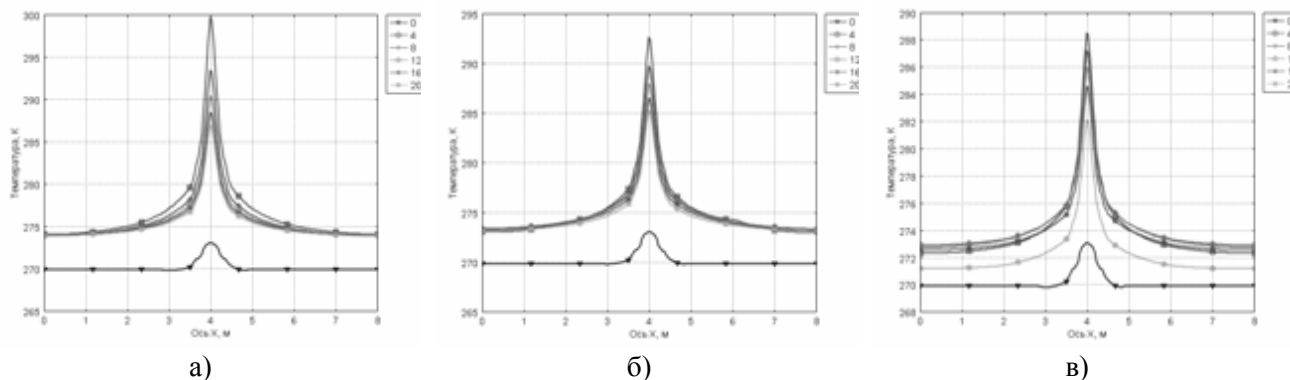


Рис. 4. Динамика пространственного распределения температуры вдоль горизонтальной оси X. Время выдержки ОЯТ: а) 1 год; б) 5 лет; в) 9 лет

При малых временах выдержки топлива (1-5 лет) (см. рис. 4а и 4б) результаты моделирования свидетельствуют, что вдоль оси X произойдет смыкание талых пород смежных ЧДХ с ОТВС. Продолжительность такого смыкания при минимальном времени выдержки существенно превышает 20 лет, а при 5 годах выдержки составляет примерно 22-24 года.

Выполненные оценки позволяют констатировать, что для предотвращения образования крупных областей талых пород есть смысл размещать в ОПО подземной изоляции ОЯТ БилАЭС, по крайней мере, через 7-9 лет выдержки. Именно при таких временах выдержки и принятых геометрических и теплофизических параметрах возможно образование локальных областей талых пород вблизи ЧДХ с ОЯТ на ограниченный период времени.

Выводы

Представлены результаты анализа численных экспериментов в рамках теплофизической модели захоронения ОТВС БилАЭС в ММГП. Описаны теплофизические параметры модели для варианта 3-х ярусного размещения ЧДХ с ОЯТ. Проанализировано тепловое состояние ММГП в зависимости от времени выдержки ОЯТ и размера скважины изоляции при максимально консервативном условии: нулевые тепловые потоки на боковых поверхностях модели.

Доказано, что при значении коэффициента теплопроводности материала заполнителя 0.8 Вт/(м•К) и времени выдержки ОЯТ 9 лет проектное значение радиуса скважины (0.5 м) обеспечивает минимальный радиус оттаивания (на уровне 0.8 м) в области самого напряженного в тепловом отношении ЧДХ с ОЯТ. Увеличение радиуса скважины приводит к заметному возрастанию значения радиуса оттаивания, а при радиусе скважины 0.6 м прогнозируется смыкание талых пород в направлении смежных ЧДХ. В указанной ситуации временная производная температуры на границе раздела смежных ЧДХ продолжает оставаться положительной и после 20 лет процесса моделирования.

Доказано, что время выдержки ОЯТ на уровне 7-9 лет обеспечивает образование локальных областей талых пород вблизи ЧДХ на ограниченный период времени. При меньшем времени выдержки прогнозируется смыкание талых пород вдоль выработки на сроки более 20 лет.

Литература

1. Абрамов В.М., Бондаренко А.В., Ваймугин А.А. и др. Билибинская атомная электростанция // Атомная энергия. 1973. Т. 85. № 5. С. 299-304.

2. Барышников М.В., Суворова Е.В., Хаперская А.В. и др. Возможности создания опытно-промышленного объекта подземной изоляции ОЯТ и РАО // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. 2012. № 3. С.70-75.
3. Калинин В.И., Крицкий В.Г., Токаренко А.И. и др. Хранение отработавшего ядерного топлива энергетических реакторов: Препринт. С.-Пб: ВНИПИЭТ, 2009. 124 с.
4. Карапетян С.Б., Лопатин П.В., Парфенов В.П., Гармашева Н.В. Возможности создания опытно-промышленного объекта подземной изоляции ОЯТ и ТРО // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды, 2012. № 2. С. 133-139.
5. Лобанов Н.Ф. Создание опытно-промышленного объекта подземной изоляции ОЯТ в толще многолетнемерзлых пород в зоне размещения Билибинской АЭС. Материалы семинара КЭГ МАГАТЭ «Экономика обращения с отработавшим ядерным топливом: переработка и непосредственная изоляции», Аронсборг, Швеция, 7 октября 2011, URL: http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical_Areas/WTS/CEG/CEG-Workshop-7-Oct-2011/3.5-Lobanov-Rus.pdf (дата обращения 06.11.2012 г.).
6. Мельников Н.Н., Наумов В.А., Конухин В.П., Амосов П.В., Гусак С.А., Наумов А.В. Радиогеоэкологические аспекты безопасности подземного захоронения радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива на европейском севере России. Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 2001. 194 с.
7. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.

Андреанов В.А.¹, Арчegov В.Б.²

¹Коми республиканская ассоциация независимых экспертов, г. Сыктывкар
krane@mail.ru

²Национальный минерально-сырьевой Санкт-Петербургский университет (горный), г. Санкт-Петербург

К ФОРМИРОВАНИЮ РОССИЕЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОТРАСЛИ В АРКТИКЕ

Масштабное освоение природно-сырьевых ресурсов Арктики предполагает не только программную последовательность проводимых здесь работ (от геологических изучений до транспортировки добываемых здесь ресурсов и их все более глубокой переработки). При чем на всех этапах хозяйственного освоения арктической зоны в тесной взаимосвязи должны учитываться не только технико-экономические параметры и в целом экономическая, рыночная эффективность, но в еще большей степени экологическая составляющая процесса освоения арктической зоны, могущее оказывать огромное влияние на состояние жизни на земле.

Именно на это было нацелено выступление президента России В.В. Путина на апрельском (2012 г.) совещании по освоению Арктики: «Мы не только выходим на шельф, мы приступаем к формированию в России новой высокотехнологической отрасли мирового класса и масштаба» (17, с.69). Особое внимание В.В. Путин обратил на необходимость безусловного сохранения окружающей среды и минимизацию любых техногенных воздействий на природу (Путин, 2012).

Глобальная техногенная, экологическая катастрофа, произошедшая в Мексиканском заливе, на сотни лет приблизила человечество к началу заметного, резкого похолодания в северном полушарии. В результате этой катастрофы был уничтожен существовавший на земле миллионы лет Гольфстрим – мощное теплое течение, являющееся одним из ключевых элементов формирования климата на Земле. Последствия этой катастрофы с позиций эволюционно-климатических изменений на Земле уже ощутили многие миллионы человек, проживающих в Северной Америке и Европе. К огромному сожалению, политической оценки данной экологической катастрофы до настоящего времени не дано и, следовательно, не исключена вероятность повторения подобных глобальных катастроф.

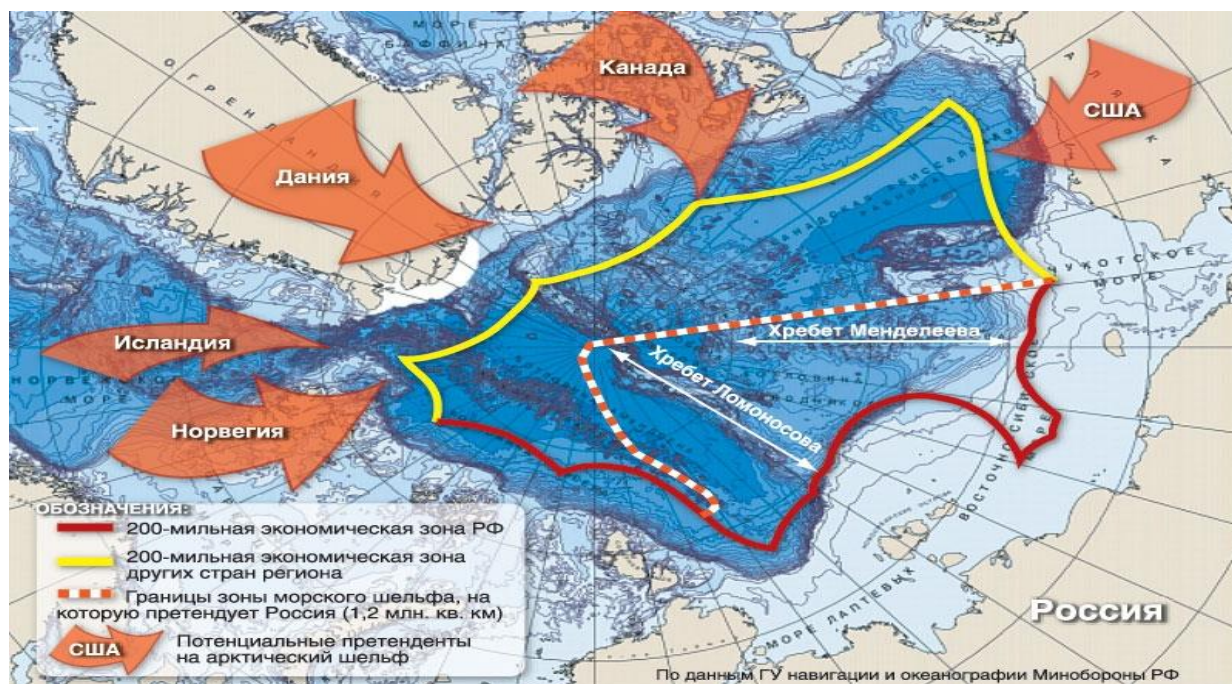
Поскольку природа Крайнего Севера исключительно ранима, то все масштабные проекты хозяйственного освоения этой зоны должны проходить жесточайшую международную проверку и аккредитацию. Ни одна из стран мира, претендующих на добычу углеводородного сырья и иных ресурсов в арктической зоне (см. рисунок), тем более ни одна из крупнейших мировых компаний-монополистов (Shell, BP, Statoil, Eni, Роснефть, Газпром и др.) не имеет права на принятие

единоличных решений по установке нефтегазодобывающих платформ в этой зоне Земли. Урок Мексиканского залива должен быть усвоен мировым сообществом.

Разворачивающаяся в мире жесткая борьба за сырьевые ресурсы Арктики (см. рисунок) предполагает кардинальное изменение самой парадигмы достижения прежних целей – добыча во все больших объемах нефтегазовых ресурсов при обеспечении их экономической целесообразности, выгоды (независимо от формы собственности). Для сохранения хрупкой природы не только в Арктике, но и в целом на Земле, на первое место в хозяйственных действиях мирового сообщества должна быть выдвинута экологическая составляющая – максимальное сохранение окружающей среды и имеющегося здесь биоразнообразия флоры и фауны. На всех этапах изучения и тем более освоения природных и сырьевых ресурсов Арктики должны применяться самые передовые и прогрессивные эколого-сберегающие технологии. В первую очередь это предполагает широкое, масштабное международное сотрудничество и лишь затем соревновательность и конкуренцию. Опять-таки через призму экологичности.

Проблема постановки научно-исследовательских работ и приоритетность их проведения будет зависеть и от географической ситуации - Россия обладает самой протяженной арктической границей (22600 км) среди всех северных держав и потому не может не быть субъектом приполярных экономических экологических и в целом юридически-правовых процессов и решений.

Юридический статус Арктики с точки зрения межгосударственных соглашений и международного права – вопрос существенно менее определенный и гораздо более спорный (рисунок).



Потенциальные претенденты на арктический шельф

Уже на первом этапе - геологическом изучении недр арктической зоны могут и должны быть использованы самые современные технологии. В России в рамках институтов РАН накоплен колоссальный опыт, имеющий глобальное, международное значение. Приведем лишь один пример. Институтом геофизики УрО РАН была разработана методика поэтапного построения трехмерных моделей строения земной коры на основе гравитационных и сейсмических данных. Аналогов этой работы сегодня в мире нет. Апробация данной методики на европейском Северо-Востоке (Республика Коми и Ненецкий автономный округ) позволила построить сейсмоплотностную модель земной коры и верхней мантии территории Тимано-Печорской плиты, что в свою очередь упростило задачу определения потенциальных районов разведывательного, а затем и промышленного бурения в установленных зонах нахождения крупных месторождений углеводородов (15, № 28-29). Очевидно, что дальнейшее совершенствование данной методики позволит существенно ускорить и удешевить

процесс геологического изучения арктической зоны. Прежде всего, для нас – в российском секторе Арктики.

Исключительно сложными и в настоящее время еще до конца не решенными задачами являются добыча углеводородов на шельфе арктических морей и доставка добытых ресурсов к местам переработки.

Катастрофа в Мексиканском заливе еще раз подтвердила тот факт, что в условиях Арктики использование нефтегазодобывающих платформ не только чрезмерно дорогое удовольствие (по оценке председателя комитета Госдумы И.Д. Грачева «только первый этап программы строительства и использования платформы "Приразломная" обошлись налогоплательщикам России в 1 трлн долл. США» (Арчegov, 2013), но в еще большей степени опасное для человечества занятие. По сути дела, использование таких платформ в Арктике является варварскими, потенциально подготавливаемыми и могущими произойти в самое неожиданное время экологическими катастрофами. Сдержат напор миллионов тонн арктического льда не сможет ни одна самая мощная, самая дорогостоящая конструкция. Борьба за безопасность, за выживаемость платформ и находящегося на ней персонала будет настолько сложной, неразрешимой проблемой (и к тому же запредельно дорогой, вследствие непредвиденных расходов), что добываемые на них нефть и газ станут запредельно дорогими и неконкурентными.

Выход из создавшегося положения, о чем авторы доклада неоднократно информировали научную общественность и руководство страны, находится в разработке и широком использовании подводных автоматических добывающих и перерабатывающих производств, а также подводная транспортировка добываемых углеводородов подводными атомными танкерами (АПЛ) или же по донным трубопроводам (Андрианов, 2008; Андрианов, 2011; Андрианов, 2012).

Более чем очевидно, что транспорт огромных объемов природного газа наиболее предпочтителен и эффективен по трубопроводам СПГ. Технология транспорта СПГ по трубопроводам была разработана в 70-80-е гг. XX в еще в СССР. Эта материало-, трудо-, энерго-, эколого-эффективная технология до настоящего времени не имеет аналогов в мире (Андрианов, 1988; Андрианов, 2003; Андрианов, 2008).

«Площадь участков в российской Арктике, на которых планируется провести геологическую разведку и которые предполагается в дальнейшем осваивать, увеличилась почти в шесть раз», – заявил председатель одной из крупнейших нефтегазодобывающих компаний России Игорь Сечин. Выступая в октябре 2013 г. на Международной конференции по вопросам нефти и газа в Хьюстоне (США) он также провозгласил начало новой эры высокотехнологичных нефти и газа (Арчegov, 2013). Для осуществления технологического прорыва и выполнения указаний президента России В.В. Путина в ОАО «Роснефть» создано научно-производственное объединение РН-ЦИР (объединенный центр исследований и разработок). Предполагается, что в рамках этого научно-исследовательского и производственного комплекса будут объединены исследовательская, проектная и машиностроительная базы, а также центр по подготовке и повышению квалификации специалистов, могущих эффективно обслуживать создаваемую в рамках данного НПО новую, прогрессивную, высокоэкономичную и эколого-безопасную технику.

Чтобы стать новым национальным приоритетом России – «вхождение в Арктику» необходимо кардинально пересмотреть превалирующую ныне хищническую, варварскую, экологически опасную практику добычи углеводородов. Особенно, если в хозяйственный оборот некоторые компании намереваются (а практические шаги в этом направлении предпринимаются) создать в арктической зоне сеть нефтегазодобывающих платформ типа "Приразломная". Это, по нашему мнению, тупиковый путь решения поставленной руководством страны задачи. Крайне неэффективное, трудо-, материало-, энергоемкое и, главное, – эколого-опасное по технологиям прошлого века производство, могущее привести к еще более страшным экологическим катастрофам в непосредственной близости от территории России. Допустить подобное нельзя. Вот почему мы настаиваем на том, чтобы все масштабные работы в Арктике любой страной мира и, естественно, Россией, велись только после обстоятельной проверки международной Ассоциацией, принявшей решение о допуске предполагаемого проекта к осуществлению, и последующему международному мониторингу ведущихся в Арктике работ по добыче, переработке и транспорту углеводородов иных минерально-сырьевых ресурсов.

Ключевыми критериями деятельности России в арктической зоне должны быть не только эффективность, но, прежде всего – безопасность и экологическая чистота. Таких же принципов

должны придерживаться все страны, начинающие свою деятельность в арктической зоне, что должно быть отражено в соответствующих международных соглашениях.

Очевидно также, что в ближайшие годы промышленная и экологическая нагрузка на участках интенсивного освоения минеральных ресурсов СЛО будет возрастать со значительным ускорением, что обусловлено, с одной стороны – возрастающим спросом на добываемые в Арктике ресурсы, с другой – естественным желанием монополий и государств максимально снизить непроизводственные затраты, главным образом, на сохранение окружающей среды, т.е. на экологию. Подобного явления в Арктике допускать нельзя.

Вследствие вышесказанного, хозяйственная деятельность в Арктике требует «экологической оптимизации» (Агранат, 1986), поскольку северные территории играют значительную роль в сохранении биохимического равновесия Северного полушария, являясь очистителем идущих в общей системе циркуляции атмосферы загрязняющих потоков из индустриальных и высокоурбанизированных стран и регионов. Сток северных рек России способствует поддержанию допустимого уровня чистоты гидросферы» (1, с.105).

Одной из важнейших задач перспективного развития является рациональное расширение структуры хозяйства этих районов, диверсификация их экономики, углубление комплексности использования добываемых на Севере и Востоке видов сырья и топлива. В хозяйственной практике все большее распространение должны получить мобильные производства и жилые комплексы (Немчинский, 1985) (1, с.106), новейшие и наиболее эффективные транспортные средства: дирижабли/термопланы, суда на воздушной подушке, лихтерно- и контейнеровозы, мобильно перестраиваемые трубопроводы, инвентарные дороги и т.д.

Широкое внедрение прогрессивной передовой техники и технологии позволяет резко снижать трудоемкость производства. Все более рациональным становится создание в северных районах небольших предприятия обслуживающих отраслей, но имеющих высокий уровень автоматизации и гибкой перестройки технологии производства.

Реализация достижений НТР способствует решительному изменению характера хозяйственного освоения Севера. Так, подземная добыча (биотехнологическая «выплавка») металлов и других полезных ископаемых с помощью биогеотехнологических процессов позволяет до минимума сократить потребность в строительстве громоздких рудников и обогащательных фабрик, в переработке и транспортировке огромных масс руды и концентратов, в несколько раз сократить потребность в обслуживающем персонале. Создается реальная возможность внедрения безотходных технологий, природосберегающей, экологически безвредной и вместе с тем весьма эффективной техники с целью минимизации ущерба природе.

Современный этап НТР способствует также снижению экономически оптимального размера концентрации производства. При крупных размерах добывающей промышленности повышается эффективность создания на месте обслуживающих и вспомогательных производств. Уже сегодня является возможным создание поселений и промышленных зон на дне северных морей и под землей. Повышенные затраты на их создание в последующем окупаются более высокой эксплуатационной надежностью, экономией энергетических ресурсов, материальных и трудовых затрат. Высокий уровень автоматизации позволяет создавать практически безлюдные производственные технологии (Андрианов, 1987) (1 с.106).

Выводы

Начинающаяся эра высокотехнологичного "наступления" на Арктику требует решительного пересмотра всех государств мира и, естественно, России прежних принципов хозяйственного освоения минерально-сырьевых ресурсов и перехода от прежнего хищнического, варварского к современному цивилизованному, к эколого-экономической системе устойчивого развития и процессе хозяйственного освоения Крайнего Севера.

Мировая борьба за богатства Арктики началась и России, занимающей самое выгодное географическое положение из всех приполярных стран, нельзя упустить свой шанс в создании стратегических заделов на будущее. Их обеспечат шельфовые богатства и Арктическая транспортная система. В освоении Арктики многое зависит от установления контроля над коммуникациями. Ведь важно не только, кто добывает, но и кто перевозит! Нет сомнений, что в ближайшей исторической перспективе Арктика станет одним из ключевых транспортных и промышленных районов планеты.

Литература

1. Андрианов В.А. Арктическое наступление России // Стратегия России, 2012. № 5. С. 73-78.
2. Андрианов В.А. Концептуальные принципы государственной политики России на севере в XXI веке // Стратегия развития северных регионов России: Матер. Всерос. науч. конф. Архангельск, 2003. С. 8-12.
3. Андрианов В.А. Перспективы развития трубопроводного транспорта ТЭК Севера СССР // Энергетика Севера. М.: Наука, 1988. С. 39-51.
4. Андрианов В.А. Стратегические направления хозяйственного освоения севера России (практические аспекты). Сыктывкар, 2012. 188 с. (электронное издание)
5. Андрианов В.А. Хозяйственное освоение севера: организационные, экономические и экологические проблемы // Социально-экологические проблемы освоения устьевых приморских районов: Матер. Всесоюз. совещ. (Ростов-на-Дону, 15-19 сентября 1987 г.). М., 1987. С. 105-107.
6. Андрианов В.А. Экологическая и экономическая эффективность применения криогенной технологии транспорта газа СПГ // Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы: Матер. V науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2008. С. 252-258.
7. Андрианов В.А., Брач Б.Я. Экологическая политика России в Арктике в XXI веке // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Докл. VIII Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 2011. С. 177-188.
8. Арчегов В.Б. Арктические моря России и их будущее / «Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса Востока России». Сборник материалов научно-практической конференции. 17-21 июня 2013 г., Санкт-Петербург. СПб. ВНИГРИ, 2013. С. 5-14.
9. Арчегов В.Б. Минерально-энергетический комплекс Севера европейской части России и проблемы его освоения / Труды научно-исследовательского отдела Института военной истории. Т. 6, кн. 2: Север России в военно-морском и экономическом отношении / Воен. Акад. Ген. Штаба Вооружен. Сил. Рос. Федерации. Ин-т воен. Истории. Политехника-сервис, 2013. С.413-428.
10. Арчегов В.Б. Развитие геологоразведочных работ на нефть и газ в условиях континентального шельфа арктических и дальневосточных морей России / Труды научно-исследовательского отдела Института военной истории. Т.6, кн. 2: Север России в военно-морском и экономическом отношении / Воен. Акад. Ген. Штаба Вооружен. Сил. Рос. Федерации. Ин-т воен. Истории, н.-и. отд. (воен. Истории сев.-зап. региона РФ). СПб: Политехника-сервис, 2013. С. 429-434.
11. Арчегов В.Б., Цыпкин О.С. Поиски нефти и газа в условиях Арктических морей России / Морская геополитика в контексте XXI века Сборник научных трудов. СПб: ИПК «Прикладная экология», Комиссия географии океана РГО, 2013. С. 75-80.
12. Брач Б.Я., Андрианов В.А. Экология: эффективность производства и качество жизни на Севере в XXI веке // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Докл. VII Всерос. науч. конф. (Сыктывкар, 12-15 мая 2009 г.). Сыктывкар, 2010. С. 15-26.
13. Время арктических действий // Деньги, 2013. № 41. С. 17-22.
14. Егоров А.С., Арчегов В.Б., Степанов В.А. Хроника и технологии освоения месторождений нефти и газа на шельфе Норвежского и Баренцева морей / Проблемы изучения и освоения сырьевой базы нефти и газа Северо-Западного региона России». Сб. мат. Международ. науч.-практ. конф. СПб. ВНИГРИ, 2007. С. 257-276.
15. Киев П. Копилка для Арктики // Наука Урала, 2013. № 27-29.
16. Кондрашов А. Когда выстрелит климатическое оружие? // Аргументы недели, 2013. № 40.
17. На новых рубежах // Литературная газета, 2013. 18 декабря.
18. Путин В.В. Кладовые Арктики: время решений // Стратегия России, 2012. № 5. С. 69-72.

Белкина Н.А., Ефременко Н.А.

*Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
bel110863@mail.ru*

ЖЕЛЕЗО В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Железо – один из самых распространенных металлов в земной коре. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия

с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа могут поступать с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, горнодобывающей, горно-обогатительной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. В природных водах протекают физико-химические и биохимические процессы, сопровождающиеся коагуляцией и выпадением железа в осадок. Высокое содержание железа в водоемах гумидной зоны, зависимость химических свойств железа от окислительно-восстановительной обстановки в водоеме, биологическая активность элемента определяют большой интерес к особенностям миграции железа в природных водах.

Целью данной работы было изучение геохимических особенностей миграции железа в Выгозерском водохранилище.

Объект и методы исследования. Выгозерское водохранилище – крупный водоем на северо-западе России (площадь зеркала – 1140 км², объем воды – 6.46 км³, средняя глубина – 6.2 м, период условного водообмена – 1.14 года). Его образование связано со строительством Беломорско-Балтийского канала в 1933 году. В 1954 г. в результате ввода в эксплуатацию гидроэлектростанций на р. Нижний Выг водоем вошел в состав Выгозерско-Ондского водохранилища. Гидрологические особенности и морфология котловины водоема позволяет выделить южный, центральный и северный районы Выгозера [Пальшин, 1984]. Северная часть водохранилища испытывает влияние сточных вод Сегежского ЦБК и выбросов Надвоицкого алюминиевого завода, действующих с 1938 и 1954 гг., соответственно. Выгозеро является мезотрофным водоемом. Воды южной части характеризуются как мезополигумусные слабощелочные слабокислые нейтральные гидрокарбонатно – карбоксилатно – сульфатного класса группы Са. Воды других районов относятся к мезогумусным среднещелочным слабокислым нейтральным водам гидрокарбонатного класса группы Са [Озера Карелии..., 2013].

Периодические наблюдения за химическим составом воды и донных отложений Выгозерского водохранилища в ИВПС КарНЦ РАН проводятся с 60^х годов прошлого века. В летний период 2007-2010 гг. были отобраны контрольные пробы воды и донных отложений.

Анализ содержания железа в воде и донных отложениях (после водной экстракции в кислой среде) проводился фотометрическим методом с орто-фенантролином (ПНДФ 14.1:2.2-95). В работе изучался фракционный состав железа: проба воды последовательно фильтровалась через фильтр 0.45, диэтиламиноэтилцеллюлозу (ДЭАЭ-целлюлоза) и карбоксиметилцеллюлозу (КМ-целлюлоза), что позволило разделить железо на 4 группы: взвешенное Fe (разность между общим содержанием Fe и концентрацией Fe в фильтрованной пробе); Fe связанное в анионный комплекс с гумусовыми кислотами (разность между концентрацией Fe в фильтрованной пробе и концентрацией Fe в воде, пропущенной через ДЭАЭ-целлюлозу); катионный комплекс Fe (разность между концентрацией Fe в воде, пропущенной через ДЭАЭ-целлюлозу и концентрацией Fe в воде, пропущенной через КМЦ) и ионную форму (концентрация Fe в воде, пропущенной через КМЦ).

Результаты и обсуждение. Концентрации железа общего в воде Выгозерского водохранилища за период наблюдения 2007-2010 гг. изменялись от 0.1 до 1.1 мг/л, наибольшие концентрации обнаружены в южной части водоема, наименьшие – в северной. Содержание этого элемента в водоеме в течение срока наблюдений постепенно увеличивалось (для средних значений: 2007 г. – 0.31, 2008 г. – 0.55, 2009 г. – 0.60, 2010 г. – 0.64 мг/л). Сравнение с данными прежних лет показало, что таких высоких концентраций железа в этом водоеме никогда не наблюдалось, и в целом содержание элемента в воде Выгозера только за два года (2008-2009) увеличилось в два раза (Харкевич, 1978; Современное..., 1998; Состояние..., 2007). Необходимость найти причину резкого изменения концентрации железа в воде явилась основанием для данного исследования.

Неоднородность в распределении железа в водной массе водоема наблюдалась и раньше. Так, по данным мониторинга (1992-1998 гг.), максимальные концентрации (0.5 мг/л) были обнаружены в южной части, для центрального района средневзвешенная концентрация составляла 0.3 мг/л, минимальные значения (0.2 мг/л) фиксировались в северной части. Необходимо отметить, что зимой в Северном Выгозере в придонном анаэробном слое воды, как правило, наблюдали повышенные концентрации железа (0.4 мг/л) (Теканова..., 2011). Устойчивая гетерогенность водной среды водохранилища (что сказывается на распределении и других химических показателей) определяется неравномерным распределением приточности и морфометрическими особенностями котловины. Гумусные воды южных притоков (Верхний Выг, Вожма, Урокса, Ширенджа и др.) характеризуются более высокими концентрациями железа, чем низкогумусные воды р. Сегежи, впадающей в северную

часть озера. Так, в августе 2010 г. содержание железа общего в Выгозерском водохранилище и его притоках колебалось в пределах от 0.25 до 3.08 мг/л. Максимальные концентрации железа обнаружены в р.В. Выг, минимальные в р.Сегежа. Основной формой в исследованных пробах является железо (III), железо (II) было обнаружено только в реках Вожма, Верхний Выг и на озерной станции, расположенной в 10 км от устья р.Верхний Выг, и его содержание не превышало 6% от суммарного. Во всех исследованных пробах преобладало железо растворенное, максимальное количество которого обнаружено в реке Верхний Выг - 2.42 мг/л, а минимальное в р.Сегежа - 0.16 мг/л. Исключением явилась р.Вожма, где доля взвешенного железа составила 60% (табл. 1). Изучение фракционного состава железа озерных и речных вод также показало, что основная его часть находится в анионном комплексе с гуминовыми и фульвовыми кислотами, концентрация которого колебалась от 0.16 до 2.33 мг/л. В катионном комплексе, где железо связано с гидроксид ионами, находится от 2 до 10% от суммарного Fe. Наибольшие концентрации этой формы железа обнаружены в р.Верхний Выг, причем доля железа, связанного в гидроксо-комплексы закономерно уменьшается в водоеме по разрезу с юга (от устья р.В. Выг) на север, в то время как доля железа взвешенного увеличивается. В реках Вожма и Сегежа железа, связанного в катионный комплекс не обнаружено. Содержание железа в ионном виде в водоеме не превышает 10%. Таким образом, наиболее устойчивой формой миграции Fe (III) в Выгозерском водохранилище является анионный комплекс железа с гуминовыми и фульвовыми кислотами (50-60% от Fe общего). По абсолютным значениям его содержание уменьшается с юга на север в соответствии с изменением содержания органического вещества. Например, концентрация фульвовых кислот меняется следующим образом: 7.6 мг/л – устье р.В. Выг, 5.5 мг/л в 10 км, 4.8 мг/л в 30 км (центральный район), 2.7 мг/л в 40 км от устья реки (северное Выгозеро).

Содержание железа в поверхностном слое донных отложений Выгозерского водохранилища изменялось от 1 до 32% от массы воздушно-сухого осадка. Максимальные концентрации отмечены в осадках, залегающих в зоне седиментации мелкодисперсных взвесей р. Верхний Выг (10 км от устья), где обнаружены рудные гранулы диаметром до 1 см (табл.2).

Таблица 1

Фракционный состав железа вод Выгозерского водохранилища, % от Fe_{общ.}

Район		Взвешенная форма	Растворенная форма		
			анионный комплекс	ионная	катионный комплекс
Юг	р. Вожма	52	40	9	0
	Устье р. Ширенджа	34	45	8	2
	р. Верхний Выг	18	57	12	7
Центр	10 км от устья р. В.Выг	24	46	5	5
	30 км от устья р. В. Выг	32	60	6	3
Север	40 км от устья р. В. Выг	27	53	9	2
	р. Сегежа	37	55	8	0

Таблица 2

Железо в поверхностном слое донных отложений Выгозерского водохранилища (2007-2010 гг.), %

Район	Южный	Центральный	Северный
Среднее	9.8	6.2	4.1
Медиана	4.0	2.0	3.9
Минимум	2.3	5.3	0.8
Максимум	32.1	28.0	9.7

Сравнение результатов с данными прошлых лет (1995-2000 гг.) показало, что в период экономического спада, когда произошло резкое уменьшение объема сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината, сбрасываемых в северное Выгозеро, в донных отложениях аккумуляционных зон водохранилища проявилась тенденция накопления железа в поверхностном слое. Наиболее высокие концентрации железа в донных отложениях были зафиксированы в 2007 г..

Так, содержание железа в северном районе в осадках некоторых станций увеличилось в 2-3 раза, в центральном – в 2-5 раз. По-видимому, накопление железа в поверхностном слое осадка происходило не только в результате осаждения взвесей, поступающих с водосбора с речным стоком, а также за счет миграции восстановленного Fe(II) из более глубоких слоев отложений и переосаждения в поверхностном окисленном слое донных отложений в форме Fe(III) в результате улучшения окислительного режима придонных вод. Процесс перераспределения железа подтверждается изменениями его вертикального профиля, наблюдаемыми например, в донных отложениях центрального района в 2007-2010 гг. (рис. 1). Неравномерный характер распределения, наличие локальных минимумов и максимумов концентрации элемента свидетельствуют о транспорте элемента из донных отложений в воду. Высокие концентрации железа в поровых водах (до 141 мг/л) указывают на потенциальную способность формирования потока железа из донных отложений в воду. При дефиците растворенного кислорода в придонных водах поступление накопленного в поверхностном слое железа в воду неизбежно. Наиболее ярко этот эффект проявился в 2009-2010 гг., когда содержание железа в водоеме достигало максимальных значений (более 1 мг/л), а содержание железа в донных отложениях всех исследованных станций снизилось в два раза (табл. 3). Особенностью осадков Выгозерского водохранилища является малое содержание Fe (II) в поровых водах поверхностного слоя (менее 8% от Fe_{общ.}). По видимому, высокие концентрации гуминовых и фульвовых кислот в донных отложениях способствуют удержанию Fe (III) в растворенной форме и его дальнейшей миграции в водной толще, что и подтверждается резким увеличением концентрации железа в воде, которое было зафиксировано в 2009 г.

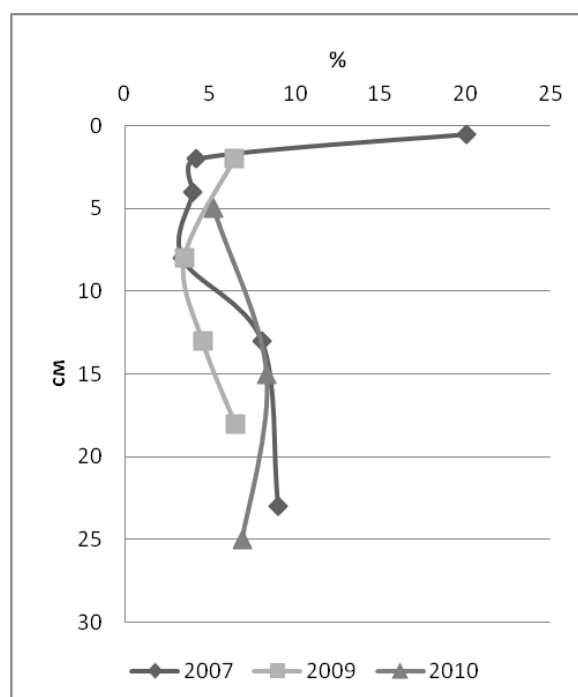


Рис.1. Изменение распределения железа в донных отложениях центрального района Выгозерского водохранилища в 2007-2010 гг.

Таблица 3

Изменение содержания железа в донных отложениях (0-5см) Выгозерского водохранилища по разрезу с юга на север от устья р. В. Выг: 1- 30 км, 2 -35 км, 3-40 км, 4 – 45 км, %

Год наблюдения	Центральный район		Северный район	
	1	2	3	4
2007	9.5	4.7	5.9	9.7
2009	6.5	2.5	5.4	6.6
2010	5.2	2.3	1.0	*-
2011	7.4	1.5	4.7	4.3

Примечание. *Нет данных.

В заключении необходимо отметить, что изменение химического состава воды Выгозерского водохранилища в 2008-2009 гг. произошло в результате залпового поступления железа из донных отложений в воду в зимний период и удержания этого железа в водной толще в виде анионного комплекса с гуминовыми и фульвовыми кислотами. Данное исследование демонстрирует важную роль донных отложений в формировании не только пула биогенных элементов и органического вещества, но и ионного состава поверхностных вод.

Литература

1. Озера Карелии. Справочник / Под. Ред. *Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева*. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 464 с.
2. *Пальшин Н.И.* Условия формирования водных масс Северного Выгозера // Исследования Онежской губы и водоемов бассейна Белого моря. Петрозаводск: Изд-во КФАН СССР, 1984. С. 53-56.
3. Современное состояние водных объектов республики Карелия. По результатам мониторинга в 1992-1997 гг. / Под. ред. *Лозовика П.А.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.
4. Состояние водных объектов республики Карелия. По результатам мониторинга в 1998–2006 гг. / Под. ред. *Лозовика П.А.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 210 с.
5. *Харкевич Н.С.* Характеристика химического состава и качества воды Выгозерского водохранилища // Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Изд-во. КФАН СССР, 1978. С. 107-145.

Бородулина Г.С.¹, Токарев И.В.², Мазухина С.И.³

¹*Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск
bor6805@yandex.ru*

²*Ресурсный центр «Геомодель» Санкт-Петербургского государственного университета,
г. Санкт-Петербург
tokarevigor@gmail.com*

³*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
mazukhina@inep.ksc.ru*

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА НА ВОДНЫЙ И СОЛЕВОЙ БАЛАНС МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ

Количественная оценка подземного стока в озера является частью комплексной гидролого-гидрогеологической проблемы изучения подземного водообмена между сушей и водоемом. Несмотря на то, что подземный сток остается трудноопределимым и слабоизученным компонентом водного и солевого баланса озер, необходимо ответить на ряд вопросов: каков объем разгружающейся воды, оказывает ли он влияние на водный и солевой баланс озера (Зекцер, 2001).

Объектами для исследований послужили две группы малых озер южной части Карелии: озера Вендюрской группы (Урос, Коверъярви, Рапсуд) и Заонежского полуострова (Леликозеро, Мягрозера). Первая из них расположена на Шуйско-Сунском водоразделе (одни из наиболее крупных притоков Онежского озера), на Вохтозерско-Вешкельской возвышенности. Вторая – на самом крупном полуострове Онежского озера. Исследуемые озера практически не имеют речного притока, приходная часть их водного баланса формируется преимущественно за счет атмосферных поступлений и подземного стока с водосборной территории.

Для расчета расхода потока подземных вод применен гидродинамический метод. Использование метода основано на анализе условий формирования подземного стока в пределах водосборной и, прежде всего, прибрежной его части. На основе анализа фактического материала (данные откачек из скважин, геолого-литологические характеристики) на прибрежной части озер выделяются расчетные участки со сходными гидрогеологическими условиями, сток с которых направлен непосредственно в водоемы.

Под подземным ионным стоком понимается сумма солей, переносимых в растворенном состоянии подземными водами от областей питания к местам дренирования. Ионный подземный сток определяется как сумма произведений общей минерализации подземных вод отдельных водоносных горизонтов на объем воды, формирующей подземный сток этих горизонтов. Поэтому для оценки

ионного подземного стока в озера использованы результаты расчета расхода подземного потока и данные химического опробования водоносных горизонтов по скважинам и родникам.

Впервые для решения вопросов о происхождении природных вод и условий формирования изучался состав стабильных изотопов воды (дейтерий ^2H и кислород-18). Кроме того, для моделирования процесса смешения подземных и озерных вод применен термодинамический метод с использованием программы «Селектор» (Мазухина, 2012).

Территория Вендюрской группы озер находится на ледораздельной зоне скандинавских покровных оледенений, разделявший Карельский и Финляндский ледниковые потоки и, соответственно, их Онежскую и Ладожскую ледниковые лопасти. Здесь образовалась крупное аккумулятивное образование – Вохтозерско-Вешкельская возвышенность (Демидов, 2005; Демидов, 2006). Озера Вендюрской группы относятся к классу экзогенных, к типу гляциогенных котловин (подтип моренные котловины).

Подземные безнапорные воды приурочены к рыхлым хорошо проницаемым отложениям (пески, супеси) краевых ледниковых образований (озы, камы) большой мощности и формируются в условиях промывного режима.

На водосборной территории исследуемых озер уровни подземных вод залегают близко к поверхности, образуя заболоченные участки, на возвышенностях достигают глубины 2.5 м. В котловину озер разгружаются поровые воды флювиогляциальных отложений. Ширина береговых зон, с которых непосредственно происходит разгрузка подземных вод в котловины изучаемых озер, невелика и составляет от 10 м до первых километров. Площади зон колеблются от 0.2 км² до 9.25 км².

Минерализация озер Вендюрской группы очень низкая (3-14 мг/л), что прежде давало повод характеризовать озера как исключительно атмосферного происхождения. По результатам опробования родников и неглубоких скважин (до 8 м) выявлены необычно пресные подземные воды: электропроводность составляет всего 10-38 мкСм/см, рН изменяется от 5.3 до 6.7. Следует отметить, что такие пресные подземные воды, даже в пределах флювиогляциальных песчаных отложений других районов Карелии, до настоящего времени не встречались (Бородулина, 2006). Характерной особенностью подземных вод такой низкой минерализации является относительно высокая концентрация кремния, который в составе воды становится главным компонентом. Рост в растворе кремния относительно других катионов объясняется выщелачиванием на начальных моментах взаимодействия поступающей воды с алюмосиликатами (Шварцев, 1998). Небольшие пути и относительно высокие скорости фильтрации воды от водоразделов к области разгрузки в котловину озер через кварцево-полевошпатовые пески не дают возможности длительного контакта воды с породами. Таким образом, подземные воды на коротких путях фильтрации в хорошо проницаемых и промытых песках практически не насыщаются солями, и по ионному составу близки к атмосферным, болотным и мало отличаются от озерной воды.

В разрезе оз. Рапсуд наблюдается стратификация по температуре и электропроводности. Распределение электропроводности в вертикальном разрезе озера Рапсуд характеризуется плавным повышением показателя с глубины 5 м до дна (7-9 м) на порядок (0.011-0.11 мСм/см). Одновременно с этой глубины начинается понижение температуры от 16° до 8° (рис. 1).

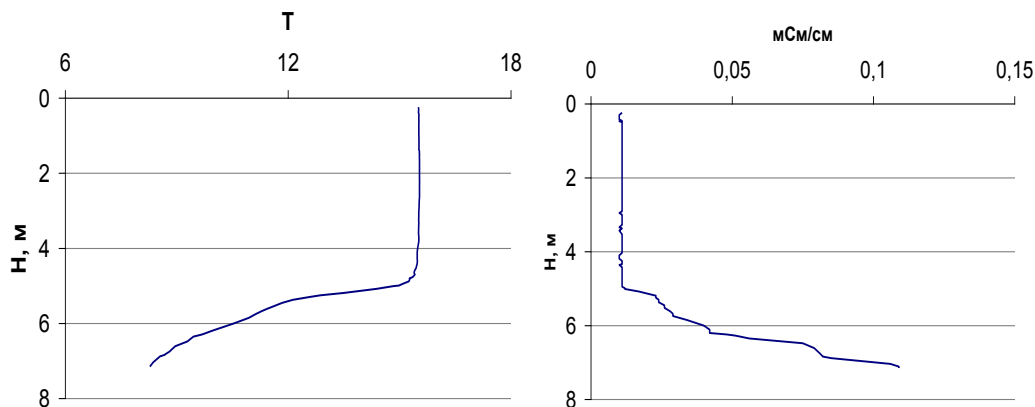


Рис. 1. Профили температуры и электропроводности в оз. Рапсуд, август 2012 г.

Расчёт подземного притока в озера выполнен гидродинамическим методом с учетом полученных в результате опытных откачек параметров (водопроницаемость, гидравлические градиенты). Модули подземного стока составили 3.3-4.6 л/сек с км². Солевой подземный приток в озера от 2 до 28 т/год. Учитывая среднюю величину выпадения минеральных компонентов на зеркало озер Южного района 1.61 т/м² год (Состояние водных..., 2007), с атмосферными осадками в озера поступает от 0.06 до 7 т/год. Модули солевого подземного притока составляют 2.5-4 т/год км². Таким образом, с подземным притоком в озера поступает в 4-20 раз больше солей, чем с атмосферными осадками.

Исследуемые озера Заонежья имеют ледниковое происхождение. Минерализация озерной воды составляет 14-111 мг/л. Водные объекты Заонежья отличаются от Вендюрской группы не только по величине минерализации, но и соотношению ионов. Для этих вод характерно высокое содержание гидрокарбонатов кальция и магния.

Подземные воды территории Заонежья формировались в условиях более замедленного, чем на Вохтозерской возвышенности, водообмена. Водовмещающие породы здесь озерно-ледниковые отложения небольшой мощности (супеси, суглинки) и верхняя зона подстилающих трещиноватых кристаллических пород.

В котловину озер Леликозеро, Мягрозера разгружаются поровые воды маломощных моренных отложений и трещинные воды кристаллических пород. Наиболее значительный родниковый сток отмечается по берегам Мягрозера. Здесь зафиксированы три родника, два из которых имеют высокий для Карелии дебит: 1-5 и более л/сек. Родники восходящие, два из них разгружаются практически на уресе озера, что предполагает и субаквальную разгрузку на акватории озера.

В отличие от подземных вод Вендюрской группы, подземные воды Заонежской группы отличаются более высокой степенью минерализации (электропроводность достигает 350 мкСм/см) и более щелочным характером: в большинство проб pH составляет 6.7-8. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, в отличие от Вендюрских подземных вод, смешанных по катионам и анионам. Максимальная величина электропроводности воды среди исследованных источников характерна для родников на берегах Мягрозера 287-347 мкСм/см. Причем воды трех родников, расположенных в крайних точках озера, очень близки по минерализации и химическому составу. Воды родников гидрокарбонатно-кальциевые с очень низкими концентрациями других ионов

$M0.3 \frac{HCO95}{Ca82Mg16} pH7.5$. Учитывая восходящий характер родников Мягрозера и их практически субаквальную разгрузку значительного дебита, можно предположить, что в формировании химического облика воды родников ведущую роль играет тектонический фактор. Следует отметить, что минерализация родников Мягрозера выше, чем вода из ближайших опробованных скважин в п. Ламбасручей (электропроводность 240 мкСм/см).

Приток подземных вод с водосборной территории в озера гидродинамическим методом оценен в объеме 0.07-0.64 млн м³/год. Модуль подземного стока 1-1.5 л/сек с км². Солевой подземный приток в озера составляет от 10 до 166 т/год. С атмосферными осадками в озера поступает 0.8-2.6 т/год. Модули солевого подземного стока составляют 5-9 т/год·км². Так же как и для Вендюрских озер, с подземным притоком в озера поступает в 10-20 раз больше солей, чем с атмосферными осадками на поверхность водоемов. Расходная часть солевого баланса получена по величине речного стока и минерализации вытекающих ручьев.

Результаты термодинамического моделирования смешения озерных и подземных вод с учетом объемов их поступления (на примере оз. Мягрозера) показывают, что состав надилловых вод вполне соответствует модельным, а расчетные формы новообразований реально установлены в донных отложениях. Расхождения расчетных и аналитических концентраций железа, алюминия, кремния можно объяснить их органосвязанными формами в озерных водах.

Для изучения условий формирования природных вод использованы данные об изотопном составе (δ^2H , $\delta^{18}O$) метеорных, поверхностных и подземных вод Карелии, полученные в 2009-2013 гг.

Локальная линия метеорных вод мало отличается от глобальной линии (GWML). Среднегодовой состав атмосферных осадков (Петрозаводск) $\delta^{18}O \approx -11.4$ $\delta^2H \approx -83\%$ рассчитан с учетом распределения объема и состава выпадений во времени. Для Финляндии средний состав $\delta^{18}O = -11.44$, $\delta^2H = -81.1\%$ (Kortelainen, Karhu, 2004).

Пробы озерных вод на модельных водосборах существенно тяжелее среднего изотопного состава атмосферных выпадений за счет прямого испарения с зеркала воды в озере (рис. 2).

Средний изотопный состав подземных вод, рассчитанный по результатам опробования 95 водопунктов Кондопожского и Медвежьегорского районов, составляют $\delta^{18}\text{O} = -13.6$ и $\delta^2\text{H} = -99\text{‰}$, что существенно легче, чем средний состав атмосферных осадков и указывает на преимущественное питание подземных вод во время весеннего половодья. Что касается конкретных источников на водосборах озер, то их средний изотопный состав ($\delta^{18}\text{O} = -13.3$ и $\delta^2\text{H} = -98.2\text{‰}$) практически совпадает со значением среднего регионального для подземных вод, характеризуется небольшим разбросом значений, и указывает на схожие условия формирования. Линии аппроксимации изотопного состава озерной воды пересекают ЛЛМВ точно в точке среднего изотопного состава подземных вод, что свидетельствует о прямой связи подземных и озёрных вод (рис. 2). Такая же связь отмечена для группы малых озер Финляндии (Kortelainen, 2011). Пробы верхнего (1 м) слоя воды в озерах оказались наиболее «тяжелыми» (испаренными), в то время как надильные воды – самыми «легкими», что свидетельствует о разгрузке подземных вод.

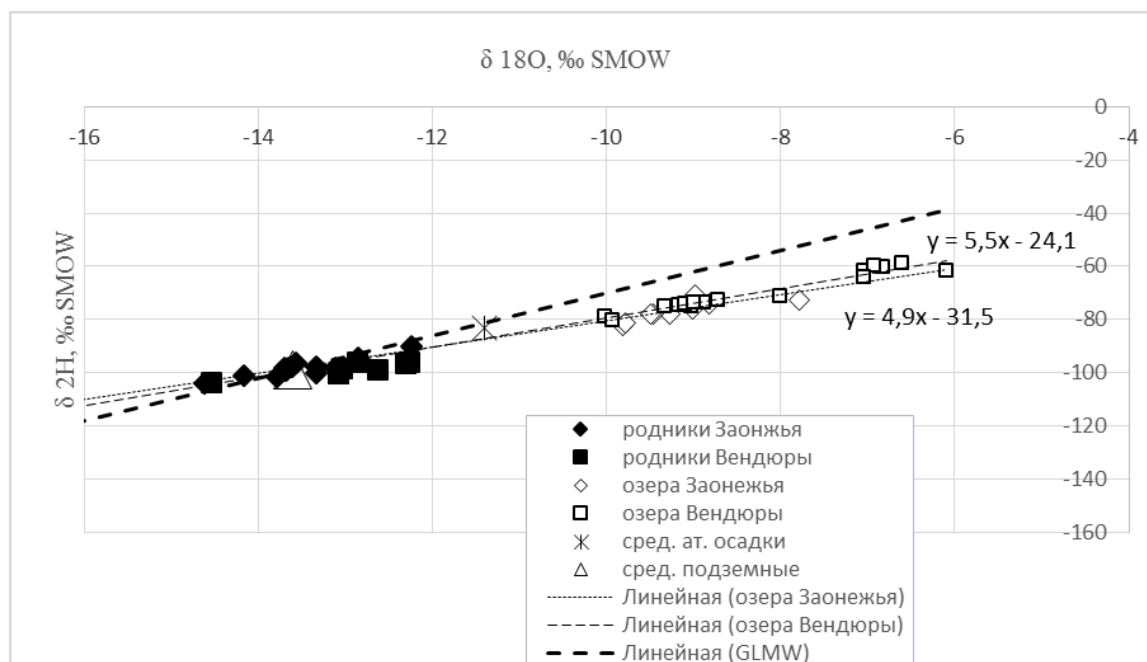


Рис. 2. Результаты измерения изотопного состава подземных и поверхностных вод модельных районов

Выполненные расчеты прямого подземного стока с водосборной территории с учетом химического состава подземных вод показали, что эта составляющая водного баланса озер играет определяющую роль в формировании химического состава озерной воды, изотопный состав воды является надежным инструментом при определении условий формирования и вопросов генезиса природных вод, что особенно важно в случаях, когда гидрохимические характеристики поверхностных и подземных вод близки.

Литература

1. Бородулина Г.С. Роль подземного стока в формировании химического состава поверхностных вод Карелии. Труды КарНЦ РАН, 2011. № 4. С. 108-116.
2. Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. С. 134–142.
3. Демидов И.Н. О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2006. Вып. 9. С. 171–182.
4. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М. Научный мир, 2001. 328 с.
5. Мазухина С.И. Формирование поверхностных и подземных вод Хибинского горного массива /Отв. ред. В.А. Маслобоев. Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 2012. 173 с.
6. Состояние водных объектов Республики Карелия (по результатам мониторинга 1998-2006 гг.). Петрозаводск. Изд-во КарНЦ РАН, 2007. 210 с.
7. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М. Недра. 1998. 366 с.

8. Kortelainen N.M., Karhu J.A., 2004. Regional and seasonal trends in the oxygen and hydrogen isotope ratios of Finnish groundwaters: a key for mean annual precipitation. *Journal of Hydrology* 285, 143-157.
9. Kortelainen, N. 2011. Isotope tracing in groundwater applications. Geological Survey of Finland, Special Paper 49, 279–284.

Василевич М.И., Безносиков В.А, Кондратенко Б.М.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
mvasilevich@ib.komisc.ru

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Поступление веществ из атмосферы играет важную роль в геохимическом балансе экосистем. Атмосфера участвует в обмене и перераспределении вещества на Земле, а ее химический состав дает объективную информацию о качестве воздушной среды (Шевченко и др., 2001). Выпадение химических элементов из атмосферы в виде осадков на подстилающую поверхность и их состав – актуальная проблема как на национальном, так и на международном уровнях (Горюнова и др., 2007; Макаров, 2007).

Снежный покров выступает эффективным накопителем веществ, которые сохраняются в нем в неизменном состоянии в течение зимы, а его химический состав отражает действительную величину сухих и влажных выпадений и количественные параметры загрязнения экосистем. Чувствительность снежного покрова к смене индустриальной обстановки в регионе позволяет объективно оценивать состояние окружающей среды.

Различие районов по естественному поступлению макро- и микрокомпонентов из атмосферы вызывает необходимость оценки фонового поступления их на подстилающую поверхность. Определение фоновых показателей состава снежного покрова необходимо для индикации техногенного воздействия их на окружающую среду (Ryaboshapko и др., 1998).

Изучения химического состава снежного покрова особенно важно в условиях северных ландшафтов, где снежный покров сохраняется в течение 6–8 месяцев. Кроме того, высокоширотные территории отличаются от других климатических зон тем, что снег вносит значительный вклад в накопление химических веществ ландшафтов и в формирование химического состава вод суши (Lisitzn, 2002).

Цель настоящей работы – изучение химического состава снежного покрова и пространственное распределение макрокомпонентов на территории таежной зоны Республики Коми (РК). Объектом исследования был снежный покров фоновых территорий таежной зоны РК. Отбор образцов снежного покрова проведен по подзонам: южная, средняя, северная.

Наиболее показательными интегральными параметрами химического состава атмосферных осадков являются минерализация (сумма ионов (Σ и)) и значение водородного показателя (рН). Минерализация дает первичное представление о качестве природных вод. В пределах зоны избыточного и достаточного увлажнения, занимающей северную половину Европейской территории России, значение минерализации атмосферных осадков варьирует в диапазоне 5-25 мг/дм³ (Зверев и др., 1997). Среднее значение минерализации талой воды, по нашим данным, составило 2.8 мг/дм³ и имеет тенденцию к уменьшению с увеличением широты (рис. 2). Максимальные значения минерализации получены на восточной границе исследованного района, проходящей вдоль подножия Уральского хребта. В работе Н.Ф. Глазовского и др. (1983) отмечено, что повышенный уровень минерализации атмосферных осадков в горной местности обусловлен естественным геохимическим накоплением в результате их конденсации.

Важное значение для понимания химических процессов, происходящих при таянии снега, имеет кислотность талых вод. Результаты наших исследований показали, что талая снежная вода в таежной зоне характеризуется слабокислой реакцией. Среднее значение рН составило 4.7 ± 0.1 , наблюдается подкисление снежного покрова с севера на юг: рН в среднем за три года по северной тайге – 4.8 ± 0.1 , по южной – 4.6 ± 0.1 .

Формирование кислотности снежного покрова оценивали через отношение суммы концентраций анионов ($A = [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-]$) к сумме концентраций катионов ($K = [\text{NH}_4^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+]$) (Зверев и др., 1997).

Из полученных данных (таблица) следует, что талая вода таежной зоны характеризуется значениями $K/A < 1$ при увеличении данного отношения с юга на север от 0.42 до 0.83 (среднее значение равно 0.58).

Значимую роль в повышении кислотности талых вод исследуемых территорий играют анионы SO_4^{2-} , о чем свидетельствуют высокие значения отношения молярных концентраций эквивалентов ($[SO_4^{2-}]/[NO_3^-] \geq 1.4$). На основе отношения $[SO_4^{2-}]/[NO_3^-]$ выделены зоны наибольшего техногенного воздействия – территории с развитой промышленностью (Вуктыльский, Ухтинский и Сосногорский районы) (рис. 1). Основные нейтрализующие компоненты – соединения кальция и магния, что следует из близости отношений K/A и $([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])/[SO_4^{2-}]$. Увеличение значения данного соотношения в северной тайге свидетельствует о подщелачивании снега по сравнению с южной тайгой.

Соотношения эквивалентных концентраций основных ионов
в жидкой фазе талой воды

Показатель	Южная тайга	Средняя тайга	Северная тайга
pH	4.6	4.7	4.8
pA _i	4.4	4.5	4.6
$\frac{[NH_4^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+]}{[SO_4^{2-}] + [NO_3^-] + [Cl^-]}$	0.42	0.49	0.83
$\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{[SO_4^{2-}]}$	0.46	0.46	0.71
$[SO_4^{2-}]/[NO_3^-]$	0.72	1.17	2.28
$[SO_4^{2-}]/[Cl^-]$	4.85	4.62	3.74

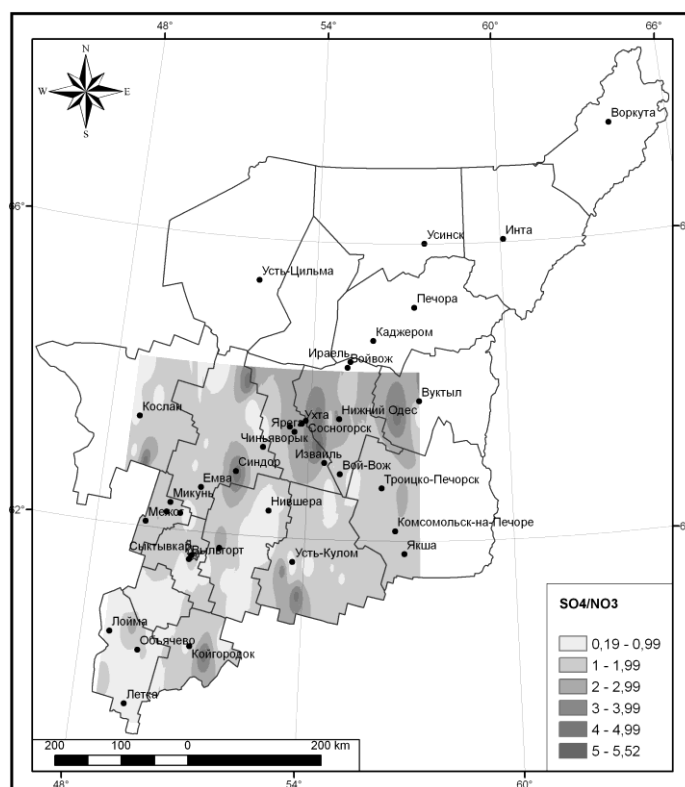


Рис. 1. Распределение значений эквивалентного отношения $[SO_4^{2-}]/[NO_3^-]$ в снежном покрове фоновых территорий РК

Важным для выяснения происхождения состава атмосферных осадков является преобладание SO_4^{2-} над Cl^- , что является показателем загрязненности атмосферы промышленными эмиссиями (Чудаева и др., 2008). В среднем для северо-западных территорий России содержание в атмосферных осадках сульфатов в два раза больше, чем хлоридов. Большая часть сульфатов имеет не морское

происхождение. Полученные нами значения соотношения $[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{Cl}^-]$ в талой воде уменьшаются с юга на север от 4.9 в южной до 3.7 в северной подзонах тайги.

Результаты факторного анализа дополняют и во многом объясняют полученные выше взаимосвязи между минеральными компонентами снежного покрова. По результатам факторного анализа были выделены три основные группы ионов (60 %). К первой группе отнесены ионы Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , поступающие в снежный покров в виде хорошо растворимых соединений. Ионы Mg^{2+} , K^+ и Cl^- имеют почвенно-эрозионное происхождение. Ионы натрия и хлорид- ионы проявляют высокую степень сродства и мигрируют в геохимическом цикле в виде аэрозолей морского происхождения (Макаров, 2007).

Вторая группа включает азотсодержащие и сульфат-ионы, которые образуются в результате взаимодействия атмосферной влаги с оксидами азота, серы и аммиаком, обуславливающих подкисление осадков.

Ионы третьей группы (Mg^{2+} , Ca^{2+} , P-PO_4^{3-}) накапливаются в снежном покрове в результате растворения в кислой среде фосфатов. Поступления этих компонентов в снежный покров обусловлено, главным образом, как естественными процессами выветривания горных пород, содержащих фосфаты магния и кальция, так и техногенными факторами. Максимальные значения сульфат-ионов соответствует пятому фактору (Перельман, 1975).

Накопление нитрат-ионов и аммонийного азота в снежном покрове обусловлено выделением их в процессе жизнедеятельности растений (Смоляков, Шинкоренко, 2002), а также в результате техногенной эмиссии при сжигании различных видов топлива. Таким образом, формирование химического состава снежного покрова происходит как за счет природных, так и техногенных факторов. Антропогенный (пятый фактор) – путь поступления нитрат-ионов проявился во взаимосвязи с сульфат-ионами в результате техногенной эмиссии, в процессе сжигания различных видов топлива.

Для экосистем Севера огромное значение имеет поступление основных биогенных элементов: С, N, P. Исследованиями последних лет установлено, что органические соединения – одни из основных компонентов атмосферного аэрозоля. Согласно нашим результатам, полученным за весь период исследований доля органического углерода в снежном покрове фоновых территорий таежной зоны составляет в среднем около 20 % от общего поступления веществ.

В работе определяли как легкоокисляемый углерод (анализ ХПК) так и содержание общего органического углерода в пробах талой воды (ТОС анализ) органического углерода по таежным подзонам: содержание легкорастворимых форм СХПК. с юга на север уменьшается, а содержание общего органического углерода – растет. Интересно отметить, что в южной подзоне тайги результаты совпадают, что говорит о присутствии органического углерода в основном в легкоокисляемой форме. Таким образом, формирование органической составляющей компонентов снежного покрова обусловлено локальными источниками, что подтверждается результатами факторного анализа.

Среди азотистых соединений преобладают нитрат-ионы. Содержание азота, как и легко окисляемого органического углерода, в снежном покрове с юга на север уменьшается.

Содержание общего фосфора в снеге исследованной территории возрастает с увеличением широты. Обычно повышенные концентрации фосфора в атмосфере связаны с присутствием значительного количества биогенных элементов – органического углерода и азота. Однако наши исследования не выявили взаимосвязи между этими компонентами ($r_{\text{Робщ} - \text{Сорг}} = 0.08$, $r_{\text{Робщ} - \text{Нобщ}} = -0.08$). Результаты корреляционного анализа показали сродство общего фосфора с кальцием ($r = 0.32$), что указывает на его преимущественно терригенное происхождение.

Для общей характеристики химического состава снежного покрова фоновых территорий таежной зоны использовали значения коэффициента Шоу, что позволило дополнительно выявить зоны повышенного поступления веществ (Рис. 2). Расчет проводили по следующей

$$\text{формуле: } R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i,$$

где n – число определяемых компонентов, K_i – содержание i -компонента в снежном покрове, г/м^2 .

Расчеты показали, что наибольшее поступление веществ отмечено для южных районов Республики Коми: Прилузский, Сысольский, Койгородский, Сыктывдинский, а также территории вблизи промышленных населенных пунктов Ярега, Ухта, Сосногорск, Н. Одес. Повышение значений коэффициента Шоу отмечено также для восточных территорий – Троицко-Печорский и Вуктыльский районы. Более благоприятная ситуация согласно значениям коэффициента Шоу отмечена для

северных районов – Усть-Цилемского, Ижемского, Усть-Куломского. Минимальное значение 0.01 соответствует Усть-Куломскому району.

Таким образом, снежный покров таежной зоны Европейского северо-востока России (Республика Коми) характеризуется низкой минерализацией и кислой реакцией среды. Кислотность талой воды обусловлена преобладанием сильных минеральных кислот и возрастающим с юга на север дефицитом нейтрализующих соединений. Наблюдается статистически достоверная широтная дифференциация в распределении элементов в снежном покрове таежной зоны РК. В результате факторного анализа массивов данных выявлены источники поступления веществ в снежный покров как природного, так и техногенного происхождения. Создана картографическая основа пространственного распределения химических компонентов в снежном покрове, которая позволила выявить зоны накопления, обусловленные влиянием естественных факторов среды и источниками техногенного воздействия.

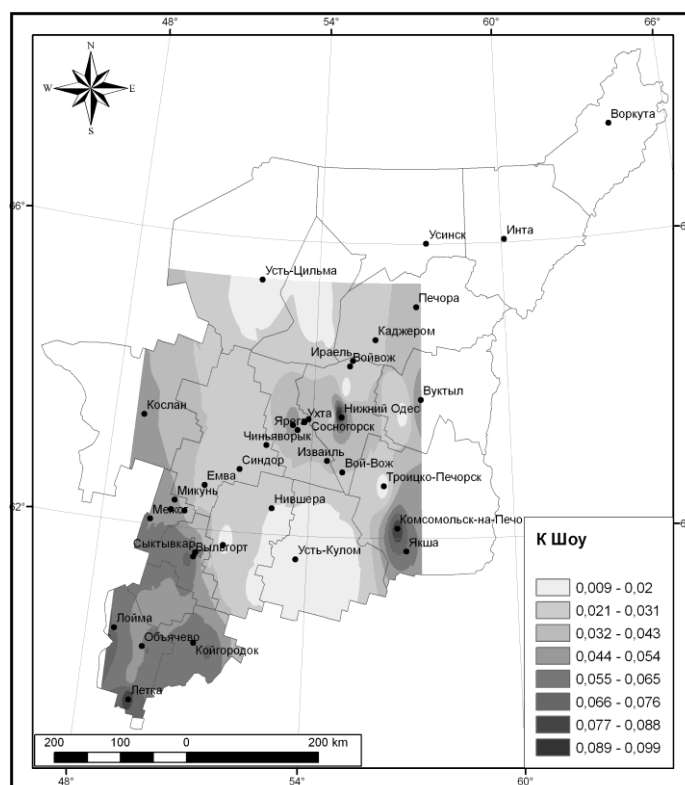


Рис. 2. Картосхема распределения значений коэффициента Шуу (К Шуу), рассчитанных для химического состава талой воды фоновых территорий таежной зоны

Волокитин М.П.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино
volokitin1@rambler.ru

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Почвенные растворы являются наиболее активными и динамичными компонентами почв. Анализ почвенной влаги с разных глубин позволяет анализировать процессы, которые происходят в почвенной толще (Переверзев, 2006). Это важно для понимания современного почвообразовательного процесса, а также продукционного, которые неразрывно связаны между собой (Глазовская, 1995).

Объекты и методы. Исследования проводили на водосборном бассейне р.Любожихи (южное Подмосковье), где были заложены разрезы и установлены автоматические пробоотборники почвенной влаги методом вакуум-фильтрации (Яшин, Шишов, Раскатов, 2001). Датчики были

установлены в смешанном лесу и на лугу по профилю серых лесных почв. В гумусовом горизонте датчики были установлены на глубине 5 и 20 см, в иллювиальном горизонте на глубине 50 и 90 см.

Почвенный покров. Серые лесные почвы в основном распространены на высоких водораздельных пространствах с абсолютными отметками 200-240 м и более, правобережий рек, которые часто являются естественными рубежами между природными зонами. Особенностью почвенного покрова северной лесостепи является распространение здесь серых почв со вторым гумусовым горизонтом, что указывает на иные гидротермические условия бывшего процесса почвообразования (Хотинский, 1986; Ахтырцев, 1992, и др.).

Почвенный покров территории в основном представлен собственно серыми лесными почвами среднесуглинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава, которые составляют 53.6% ([Булаткин, 1986]). Мощность гумусового горизонта серых лесных почв небольшая и колеблется в пределах от 9 до 20 см. Запасы гумуса в 0-50 см слое серых лесных почв составляют – 61.8 т/га, а в гумусовом горизонте они равны – 36.5 т/га. Общая площадь темно-серых лесных почв, которые сохранились небольшими массивами, составляет всего 2.7%. Судя, по распространению темно-серых почв на водосборном бассейне, их площадь должна была бы быть гораздо больше. По нашему мнению в результате многовековой распашки серых лесных почв и проявлению на этой территории достаточно высоких темпов эрозионных процессов темно-серые лесные почвы подверглись деградации и разрушению. На неоднородность почвенного покрова существенный отпечаток накладывают склоновые эрозионные процессы, в результате которых, смыв и переотложение почвенного материала приводит к образованию серых лесных почв различной степени смытости и намытости (Ollesch, Demidov, Volokitin, 2008). Площадь таких почв составляет около 27%. Проведенный расчет потерь почвы на склонах различной крутизны, при стоке талых вод показал, что смыв почвы закономерно увеличивался от несмытых серых лесных к слабосмытым и среднесмытым почвам, причем растительный покров играл существенную роль в количестве смытого материала (Керженцев, Майснер, Демидов и др., 2006). Кроме серых лесных почв, широко распространены овражно-балочные почвы, представляющие сложный комплекс смытых, делювиальных и оглеенных дерновых почв различной мощности, гумусированности, и часто переувлажнённых.

Почвообразующими породами серых лесных почв являются покровные лессовидные суглинки светло-бурого цвета, имеющие тонкую пористость, плотное сложение и ореховатую структуру. Благодаря высокому содержанию крупной пылеватой фракции и илистых частиц, почвообразующие породы характеризуются большой водоудерживающей способностью. При обильных осадках они сильно набухают и заплывают, становясь плохо проницаемыми для влаги и воздуха. Лессовидные почвообразующие породы легко поддаются размыву талыми и дождевыми водами. Они анизотропны, в результате чего передвижение влаги в них происходит преимущественно по вертикали.

При смене луговых сообществ, лесными фитоценозами, происходит изменение и усложнение структурно-функциональных особенностей биогеоценозов. Наиболее заметно эти изменения находят отражение в формировании гидротермического режима лесных экосистем.

Результаты исследований. Проведенные исследования по изучению динамики влажности и запасов влаги в серой лесной почве, занятой луговыми и лесными сообществами, выявили существенные различия в их биологических и водно-физических свойствах. Определение запасов влаги весной (20.04.2011) показало на довольно высокую водоудерживающую способность серой лесной почвы. Так, в полуметровом слое лесной почвы, запасы влаги были равны – 200 мм, а луговой – 177 мм. Доля доступной для растений влаги соответственно составляла – 98 и 87 мм. В отличие от лесной почвы – серая лесная луговая почва характеризуется более высокой плотностью сложения гумусово-элювиального горизонта (1.45 г/см^3 против 1.33 г/см^3) и меньшей активной пористостью. Это приводит к тому, что часть влаги не впитывается почвой, а идет на образование поверхностного стока. В засушливые периоды влажность почвы снижается практически до уровня влажности завядания растений, которая в гумусово-элювиальном горизонте составляет – 10-11%, а в иллювиальном увеличивается до 12-14%. Наибольшему иссушению подвергается верхняя часть (0-40 см) серой лесной почвы под злаково-разнотравным лугом. С глубиной влажность почвы возрастает, и особенно, заметно, ниже 1.5 м. Содержание влаги здесь превышает величину предельной полевой влагоемкости, которая составляет 24% от веса почвы. Во второй половине лета вегетация растений на луговом участке практически прекращалась. Под лесом иссушение было более длительным и происходило по всей почвенной толще. В лесном биогеоценозе, в течение всего вегетационного периода, влага расходовалась как на физическое испарение почвой, так и на десукцию растениями. В лесных экосистемах во влагооборот включается вся почвенная толща (1.5-

2.0 м и более), тогда как под лугом (залежью) влагооборот происходит в основном в толще, равной 50-70 см. Наибольшее иссушение верхнего 0-10 см слоя происходит под луговыми травами, затем под смешанным лесом.

В летний период влага в почве пополнялась за счет выпадения кратковременных дождей, однако промачивание почвенного профиля не превышало 5-20 см. При недостаточном увлажнении передвижение влаги вниз по профилю почвы прекращалось, и формирование почвенных растворов не происходило. В лабораторных условиях было установлено, что при насыщении гумусового горизонта влагой до уровня наименьшей влагоемкости – 33% весовых, отбор почвенного раствора, методом вакуум-фильтрации, ограничивался влажностью почвы – 27%. В иллювиальном горизонте, при наименьшей влагоемкости равной – 26.4%, нижний предел влажности, при которой прекращался отбор почвенных проб был равен – 19.5%. При этом, водоотдача гумусового горизонта не превышала – 16.4%, а иллювиального была существенно выше – 30.1%.

Значительное весенне-летнее иссушение серых лесных почв приводит к образованию сети полигональных трещин. Они в большей степени проявляются в почве под смешанным лесом, где трещины достигают ширины 0.5-1.5 см и глубины от 5-8 до 18-20 см. Наличие трещин в почвенном профиле способствует суспензионному передвижению илистых частиц после размокания и разрушения каплями дождя комочков почвы и почвенного материала, выносимого на поверхность землероями. После отмывки илистых частиц на поверхности почвы остается тонкая пленка белесого цвета из кремнезема.

Заметными были различия и в температурном режиме почв. Так, разница температуры воздуха в летний период между луговыми открытыми участками и смешанным лесом достигала 1.7-4.5⁰С, температура почвы на глубине 11 см была выше на 1.7-3.6⁰С, а температура на поверхности почвы на 2.4-6.2⁰С соответственно. Луговые участки быстрее оттаивали и прогревались, чем лесные. Вместе с тем, в лесу практически не отмечалось значительного промерзания почвы. Благодаря подстилке вся влага трансформировалась во внутрипочвенный сток, тогда как под лугом, из-за плотной густой дернины и уплотненной почвы, наблюдался поверхностный сток.

В лесном биогеоценозе почва оттаивала позже и прогревалась меньше, чем почва под луговыми травами. Температура поверхности почвы под смешанным лесом, в экстремально жаркое лето 2010 г, не превышала 27⁰С, тогда как на луговом участке она прогревалась до температуры более 40⁰С. Разница температур между лугом и лесом 28 июля, на глубине 10 см, составляла 3.9⁰С (25.1 и 21.2⁰С соответственно).

Реакция почвенных растворов по профилю серых лесных почв, в основном, зависела от состава почвенного поглощающего комплекса и содержания органического вещества. В гумусовом горизонте реакция растворов была близка к нейтральной (рН 6.6-7.2), и возрастала до слабощелочной и щелочной (рН 7.2-8.1) в иллювиальных горизонтах.

В условиях периодически промывного типа водного режима значительного накопления водорастворимых солей в профиле почв не происходило. Наименьшее содержание солей в почвенных растворах в количестве 108-138 мг/л отмечалось в ранневесенний период в гумусовом горизонте за счет разбавления их талыми водами. В иллювиальных горизонтах величина плотного остатка возрастала до 159-188 мг/л, а в летний период до 241-322 мг/л.

Химический состав почвенных растворов зависит от многих факторов, но в первую очередь, от гидротермических условий, генетических особенностей почвы, физико-химических и биологических процессов, которые протекают в ней. Наглядным примером этого может служить химический состав почвенных растворов, отобранных в лесу в одни и те же сроки с глубины 5 см в 2009 и 2010 г. (табл. 1).

Содержание химических элементов Р, К, Na и Са в 2009г было соответственно в 1.4; 2.2; 6.6; и 8.1 раза больше, а Fe и Al в 7.2 и 8.1 раза меньше, по сравнению с 2010г. Такое значительное различие в содержании химических элементов можно объяснить более благоприятными гидротермическими условиями, и как следствие, более высокой биологической активностью серой лесной почвы в 2009 г. На подвижность ионов Fe и Al, вероятно, повлияло высокое содержание в почвенном растворе ионов кальция. Содержание кальция в почвенных растворах колеблется в широких пределах – от 7 до 89 мг/л.

Кальций активно выщелачивается из почвы и формирует внутрипочвенный сток, который в последствие питает р.Любужиху. Следует отметить, что содержание кальция по профилю серой лесной почвы возрастает, и, это является своего рода барьером для выщелачивания большинства тяжелых металлов.

Вслед за кальцием идут калий и натрий содержание которых в почвенных растворах гумусово-аккумулятивного горизонта (5 см) в среднем составляло 4.2 и 2.7 мг/л, тогда как в нижней части,

иллювиального горизонта (90 см), содержание натрия было выше, чем калия (1.9 и 0.6 мг/л соответственно). Это свидетельствует о большей подвижности натрия, в отличие от калия, который может необменно фиксироваться глинистыми минералами. В период активной вегетации растений содержание калия в почвенных растворах возрастало до 6.2 мг/л (27.05-18.06). Такое увеличение можно объяснить высвобождением калия из растительных остатков и концентрированием почвенных растворов.

Содержание фосфора, в почвенных растворах, не превышало десятых долей (0.10-0.17 мг/л), причем, его содержание, в нижележащих горизонтах, резко падало. Таким образом, можно заключить, что иммобилизация фосфора из нижних горизонтов почвы невысокая.

Что касается луговой почвы, то за весь вегетационный период, нам не удалось отобрать почвенные растворы из верхнего гумусово-элювиального горизонта, и не всегда, из нижележащих горизонтов. Как было показано выше, это связано с неудовлетворительными водно-физическими свойствами серой лесной почвы, занятой луговым сообществом. По химическому составу почвенные растворы лугового биогеоценоза близки лесному. Однако, интенсивность проявления элювиально-иллювиального процесса в почве лесного фитоценоза, более высокая, чем в почве лугового фитоценоза.

Таблица 1

Динамика химического состава почвенных растворов серой лесной почвы
под смешанным лесом, мг/л

Глубина, см	Дата	Al	Fe	Ca	K	Na	P
5	14.04.2009	0.15	0.13	89	4.95	5.56	0.17
	14.04.2010	1.68	0.94	11	2.27	0.84	0.12
	19.04	1.33	0.78	13	2.50	0.99	0.13
	27.05	0.93	0.48	35	6.22	3.31	0.17
	18.06	1.53	0.76	19	6.02	3.26	0.13
	30.09	2.98	1.16	7	3.81	6.07	<0.01
20	19.04	<0.01	0.01	19	1.12	1.14	0.03
	27.05	<0.01	0.02	43	2.46	1.79	0.02
	18.06	0.02	0.02	31	1.51	1.47	<0.01
50	19.04	<0.01	0.01	31	0.73	1.02	0.07
	27.05	<0.01	0.03	70	1.08	1.79	0.03
	18.06	0.02	0.01	54	0.74	1.53	<0.01
	30.09	0.09	<0.01	27	0.54	1.52	0.015
90	19.04	0.01	<0.01	48	0.47	1.38	0.04
	27.05	<0.01	0.01	82	0.75	2.23	<0.01

Определение содержания химических элементов в почвенных растворах, после оттаивания почвы (27.04.2011), показало на их невысокую концентрацию, которая затем повышалась в результате иссушения почвы (4.05.2011). Вниз по профилю почвы содержание Al (с 6.32 до 0.02 мг/л) и Fe (с 3.43 до 0.001 мг/л) резко падало, а Ca заметно возрастало. Это можно объяснить более кислой реакцией среды гумусового горизонта и увеличением содержания по профилю гидрокарбонатов кальция. Содержание калия на глубине 5 см, по срокам отбора образцов, существенно не изменилось (3.15-3.88 мг/л), тогда как в нижележащих горизонтах его содержание закономерно снижалось в результате потребления растениями. Наиболее высокое содержание фосфора (0.22 мг/л) отмечено в гумусовом горизонте (0-20 см). Распределение натрия по профилю серой лесной почвы было равномерным.

Так, под луговыми фитоценозами в почвенном растворе содержалось больше фосфора (0.19-0.32 мг/л) и меньше калия (4.9-6.0), по сравнению с лесными (0.19-0.25 и 8.4-9.4 соответственно). Это можно объяснить более интенсивным потреблением калия луговыми растениями. В результате значительного промачивания почвы осенними осадками, и прекращением вегетации растений, содержание кремния возрастало. Его миграционная способность возрастала. Такое поведение химического элемента характерно и для серы содержание, которой в почвенных растворах было ниже и составляло 2.6-6.5 мг/л.

Содержание кремния было довольно высоким и колебалось по профилю почв от 5.9 до 12.0 мг/л (табл. 2).

Для тяжелых металлов Cu и Zn было характерно их закрепление в верхнем гумусовом горизонте в слое 0-20 см в результате меньшей подвижности этих элементов. Содержание меди в почвенных растворах на глубине 5 см, в различные сроки исследований, находилось в пределах от 0.023 мг/л до 0.074 мг/л и падало до 0.004-0.007 мг/л на глубине 50-90 см. Подвижность цинка была несколько выше, его содержание по срокам исследования на глубине 5 см составляло 0.27-2.34 мг/л.

Таблица 2

Элементный состав почвенных растворов серой лесной почвы*, мг/л

Глубина, см	Cu	Zn	Pb	S	Si
5	<u>0.018</u>	<u>0.380</u>	<u>0.010</u>	<u>3.30</u>	<u>9.10</u>
	0.024	0.065	0.014	3.51	12.0
20	<u>0.003</u>	<u>0.003</u>	<u>0.012</u>	<u>3.46</u>	<u>6.3</u>
	0.014	0.018	0.010	3.72	7.4
50	<u>0.002</u>	<u>0.070</u>	<u>0.007</u>	<u>4.12</u>	<u>6.0</u>
	0.002	0.016	0.001	4.61	7.8
90	<u>0.002</u>	<u>0.02</u>	<u>0.008</u>	<u>3.24</u>	<u>6.7</u>
	0.001`	0.01	0.001	2.86	5.9
р.Любожика, вода	0.005	0.008	0.002	6.9	7.2

*В числителе – лесной биогеоценоз, в знаменателе – луговой.

Содержание таких загрязнителей окружающей среды, как Cr, Pb и Ni, в почвенных растворах, находилось на уровне следовых концентраций (<0.001-0.005 мг/л).

Литература

1. Ахтырцев Б.П. К истории формирования серых лесных почв Среднерусской лесостепи // Почвоведение. 1992. № 3. С. 5-18.
2. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986. 208 с.
3. Глазовская М.А., Геннадиев А.Н. География почв с основами почвоведения: Учеб. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1995. 400 с.
4. Керженцев А.С., Майснер Р., Демидов В.В. и др. Моделирование эрозионных процессов на территории малого водосборного бассейна. М.: Изд-во Наука, 2006. 219 с.
5. Переверзев В.Н. Современные почвенные процессы в биогеоценозах Кольского полуострова. М.: Наука, 2006. 153 с.
6. Хотинский Н.А. Взаимоотношение леса и степи по данным изучения палеогеографии голоцена. Возраст и эволюция почв СССР. Пущино, 1986. С. 46-53.
7. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Методология и опыт изучения миграции веществ. М.: Изд-во МСХА, 2001. 173 с.
8. Gregor Ollesch, Demidov Valery, Mitrofan Volokitin, Michael Voskamp, Gudrun Abbt-Braun, Ralph Meissner. Sediment and nutrient dynamics snowmelt runoff generation in southern Taiga catchment of Russia // Agriculture, Ecosystems and Environment 126 (2008). P. 229-242.

Габов Д.Н., Безносиков В.А., Груздев И.В., Яковлева Е.В.

Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, г. Сыктывкар
gabov@ib.komisc.ru

НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТУНДРОВЫХ ТОРФЯНИКАХ

На примере торфяников, в которых записан огромный объем многослойной информации о былых процессах, может быть изучена история эволюционного развития почв, формирующихся на протяжении голоцена. В них происходит книгоподобная запись информации при наращивании новых слоев торфа и погребении дневных горизонтов (Русанова, 2011). Считается, что глобальные изменения климата в первую очередь коснутся высоких широт, где сосредоточены объекты

нефтегазовой и угольной промышленности, а также из-за потенциального выброса большого количества парниковых газов от торфяных месторождений (Zimov et al., 2006). В торфяных месторождениях северного полушария в районах многолетней мерзлоты законсервировано по последним оценкам 277 Пг органического углерода (Tarnocai et al., 2009). Факторы, которые могут привести к деградации органического вещества в северных торфяниках, получили значительное внимание из-за их важности для глобального углеродного цикла. Анализ биомаркеров в палеоклиматических исследованиях становится все более распространенным и некоторые исследователи уже использовали подход к реконструкции климата прошлого и условий окружающей среды в северных широтах (Zech et al., 2010; Yunker et al., 2011).

Различные типы торфяников определяются своими характерными сочетаниями гидрологии и химии, которые поддерживают характерную структуру растительных сообществ. Н-алканы как липидные биомаркеры могут помочь в идентификации состава почвенного органического вещества, реконструировать экологические условия прошлого и дать оценку микробной деградации в отложениях торфа (Meyers and Ishiwatari, 1993). Накопление липидных биомаркеров является чувствительным к гидрологическим условиям торфяников, поэтому необходима дальнейшая работа для расшифровки биомаркеров, полученных от таких сложных систем как торфяники.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) обладают канцерогенными, мутагенными и токсическими свойствами и являются приоритетными загрязнителями по мониторингу окружающей среды Арктики (АМАР) и Агентства по охране окружающей среды США (US EPA). Фоновые суммарные содержания приоритетных ПАУ в почвах колеблются от 50 до 500 нг/г. Аккумуляция различных компонентов ПАУ в почвах может быть связана как с геохимическим фоном, в том числе утечкой и эрозией ископаемого углерода, так и с эпигенетическими процессами, такими как разложение органического вещества торфяников. Накопление ПАУ также связано с антропогенными факторами (сжигание ископаемого топлива, разливы нефти и другие виды человеческой деятельности (Ровинский и др., 1988; Геннадиев и др., 1996). Изучение количественного и качественного состава низкомолекулярных соединений в тундровых почвах торфяников позволит приблизиться к расшифровке научных основ гумусообразования, выявить их особенности в зоне криогенеза.

Цель работы – изучение количественного и качественного состава н-алканов и ПАУ в тундровых бугристых торфяниках, выявление закономерностей их накопления и миграции.

Исследования проведены в Большеземельской тундре в Воркутинском районе Республика Коми, с распространением массивно-островной многолетней мерзлоты (Геоэкологическая карта ..., 1998). Объектами исследований были тундровые бугристые торфяники. В основу определения ПАУ в почвах положены методики US EPA 8310, ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09, а также работы Габова с соавт. (2007). Качественное и количественное определение содержания ПАУ осуществляли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ в градиентном режиме и спектрофлуориметрическом детектировании на хроматографе «Люмахром», н-алканов – методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии на приборе «Thermo Trace DSQ Ultra».

В результате исследования выявлены закономерности состава н-алканов и ПАУ в тундровых бугристых торфяниках. Исследования показали, что в тундровых торфяниках насыщенные углеводороды представлены гомологическим рядом, начиная с C_{15} и заканчивая C_{35} , с заметным преобладанием углеводородов с нечетным числом атомов углерода. Доминируют длинноцепочечные алканы ($> C_{21}$), что подразумевает высокий вклад растительных восков. Аккумуляция насыщенных углеводородов в сезоннооттаивающих слоях торфяников обуславливается современными процессами почвообразования. В торфяной толще многолетней мерзлоты углеводороды законсервированы и находятся в стабильном состоянии (рис. 1).

А

Б

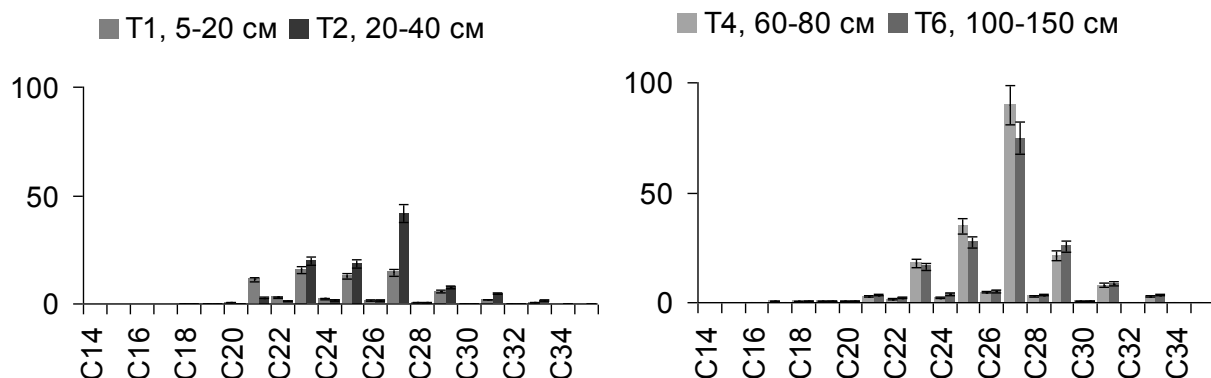


Рис. 1. Содержание н-алканов (мкг/г) в сезоннооттаивающих слоях (А) и горизонтах многолетней мерзлоты (Б) в тундровых бугристых торфяниках

Изучение различных соотношений (биомаркеров) н-алканов может дать информацию о формирующей торфяники растительности и палеогидрологических условиях прошлого времени. В профилях обоих исследуемых торфяников индекс CPI (carbon preference index – отношения нечетных алканов к четным), а значит и степень разложённости органического вещества торфа увеличивается от верхних горизонтов до глубины 20-40 см (рис. 2)

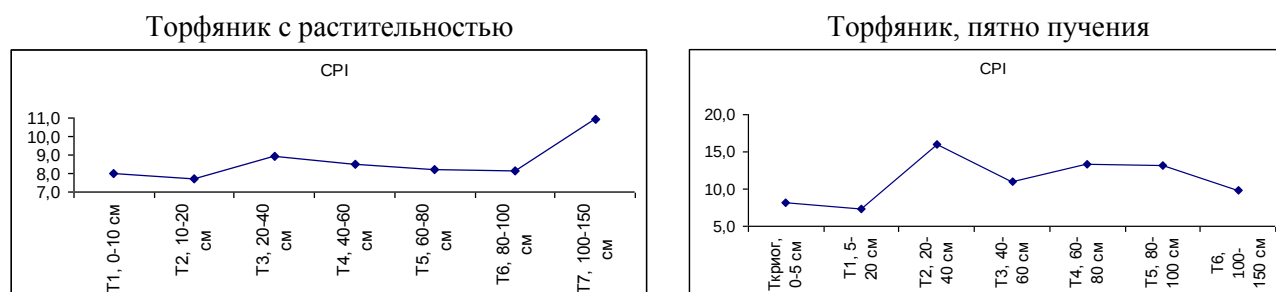


Рис. 2. Значения индексов CPI в тундровых торфяниках

В горизонтах с многолетней мерзлотой 40-80 см индекс CPI несколько падает видимо из-за законсервированности степени разложения органического вещества на определенном уровне. Следует отметить, что индекс нечетности более высок в торфянике без растительности, что, по-видимому, является следствием повышенного содержания алкана C27, продуцированного при разложении древесных остатков, количество которых в свою очередь больше в мерзлотных горизонтах торфяника без растительности.

Специфичность вертикального распределения ПАУ в почвах бугристых торфяников обуславливается криогенными процессами (режимом промерзания-оттаивания) и процессом торфонакопления. Сезонно-мерзлый слой в весенне-летний период является водоупорным горизонтом, который перемещается вниз по профилю по мере протаивания толщи почвы. Вследствие высоких теплоизоляционных свойств торфа почва протаивает на небольшую глубину (до 40-60 см). Это приводит к длительному застою влаги в верхней части профиля, переувлажнению и обуславливает низкую миграционную способность органических веществ (в т.ч. ПАУ), образующихся в результате разложения торфа. Почвенные растворы, благодаря вымораживанию влаги и дальнейшей коагуляции и перевода их в труднорастворимое состояние, концентрируются в нижних мерзлотных горизонтах, где происходит относительное накопление полиаренов.

По литературным данным (Русанова, 2011) горизонты Т4 и Т5 торфяника с растительностью сформированы в период атлантического климатического оптимума в голоцене, при более влажном и теплом климате. Этим, по-видимому, можно объяснить существенное повышение в данных горизонтах количества более высокомолекулярных ПАУ от 84 до 613 нг/г соответственно (в частности бенз(ghi)перилена, бенз(б)флуорантена, бенз(к)флуорантена), образовавшихся в прошлых периодах при разложении остатков преобладающей в то время моховой и древесной растительности и законсервированных в слое многолетней мерзлоты (рис. 3). Доля «легких» 2-4-ядерных полиаренов снижается от 70% в горизонте Т1 до 26-39% в горизонтах Т4 и Т5. Абсолютное содержание по профилю 2-4-ядерных ПАУ колеблется на уровне от 200-280 нг/г.

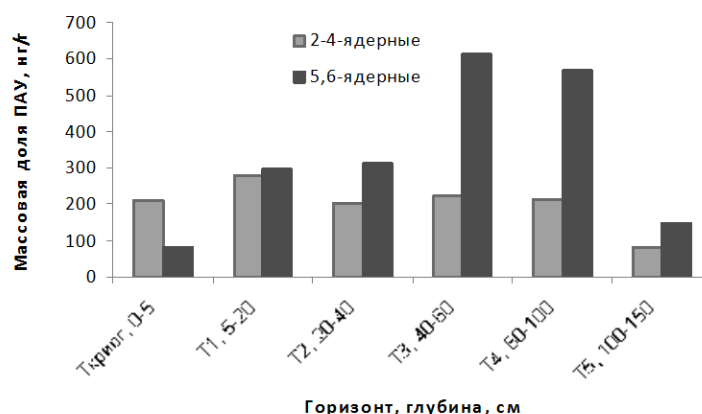


Рис. 3. Содержание ПАУ (нг/г) в в тундровых бугристых торфяниках

Таким образом, выявлены количественные закономерности трансформации н-алканов и ПАУ в тундровых бугристых торфяниках. Характерные спектры распределения н-алканов и полиаренов в сезоннооттаивающих слоях и многолетней мерзлоте торфяников могут быть предложены в качестве маркеров глобального изменения климата высоких широт.

Работа выполнена при поддержке грантов научных проектов молодых ученых и аспирантов УрО РАН № 14-4-НП-51 и РФФИ № 14-04-31303 мол_а.

Литература

1. Габов Д.Н., Безносиков В.А., Кондратенко Б.М. Полициклические ароматические углеводороды в подзолистых и торфянисто-подзолисто-глееватых почвах фоновых ландшафтов // Почвоведение, 2007. № 3. С. 282-291.
2. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Флоровская В.Н., Алексеева Т.А., Козин И.С., Оглоблина А.И., Раменская М.Е., Теплицкая Т.А., Шурубор Е.И. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 196 с.
3. Геокриологическая карта СССР, масштаб 1:2.5 млн. Под редакцией Ершова Е.Д., Кондратьевой К.А. М.: Министерство геологии СССР и МГУ, 1998.
4. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
5. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 224 с.
6. Русанова Г.В. Динамические аспекты почвообразования в большеземельской тундре // Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 2(6). Сыктывкар, 2011. С. 38-44.
7. Meyers, P.A., Ishiwatari, R. Lacustrine organic geochemistry – an overview of indicators of organic matter sources and diagenesis in lake sediments. Organic geochemistry 20. 1993. P. 867–900.
8. Tarnocai, C., Canadell, J., Schuur, E., Kuhry, P., Mazhitova, G., Zimov, S. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region. Global Biogeochemical Cycles 23, GB2023, 2009. doi:2010.1029/2008GB003327.
9. U.S. Environmental Protection Agency. Method 8310: Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, 1986. Revision 0. 13 p.
10. Yunker, M.B., Macdonald, R.W., Snowdon, L.R., Fowler, B.R. Alkane and PAH biomarkers as tracers of terrigenous organic carbon in Arctic Ocean sediments. Organic Geochemistry 42, 2011. P. 1109–1146.
11. Zech, M., Andreev, A., Zech, R., Müller, S., Hambach, U., Frechen, M., Zech, W. Quaternary vegetation changes derived from a loess-like permafrost palaeosol sequence in northeast Siberia using alkane biomarker and pollen analyses. Boreas 39, 2010. P. 540–550.
12. Zimov, S.A., Schuur, E.A.G., Chapin, F.S. Permafrost and the global carbon budget. Science 312, 2006. P. 1612–1613.

Горбачева Т.Т.¹, Кравченко А.М.², Киселева Е.О.¹

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
gorbacheva@inep.ksc.ru

²ООО «Аналит Продактс» - генеральный дистрибьютор Shimadzu в РФ, г. Санкт-Петербург
za@analit-spb.ru

АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В наземных экосистемах Кольского полуострова, развивающихся на четвертичных (моренных) отложениях, формируются иллювиально-гумусовые почвы, имеющие незначительные, но морфологически четко выраженные черты подзолообразовательного процесса (Никонов, 1979, 1987; Манаков, Никонов, 1981). Одной из основных отличительных особенностей почвенных вод данного типа почв являются преобладание в их составе органического вещества (ОВ). Концентрация общего углерода в почвенных водах из органогенного горизонта может достигать 100 мг/л и выше, что значительно превышает концентрацию водорастворимых соединений всех других элементов в сумме. Именно водорастворимые органические соединения признаются основными движущими силами, обуславливающими процессы трансформации и миграции веществ в лесных биогеоценозах Севера (Кауричев и др., 1996). Биохимический состав исходного растительного материала и характер опада (свежий либо гумифицированный) заметно влияют на качественный состав мобильных соединений почвенного гумуса, присутствующих в почвенных водах. Из свежего растительного опада и в теплый, и в холодный период года мобилизуются вещества, в составе которых доминируют неспецифические органические соединения (лигнин, целлюлоза, протеины, аминокислоты, моносахариды, воска, жирные кислоты.), а из гумифицирующихся растительных остатков - органические продукты специфической природы, главным образом фульвокислоты (Кауричев и др., 1996). При этом процесс гумификации рассматривают как неполную минерализацию углеродсодержащих соединений преимущественно углеводного характера (Пономарева, 1964). Следует подчеркнуть важную роль атмосферных выпадений в формировании состава почвенных вод: в условиях гумидного режима поступление элементов из атмосферы признается компенсатором потерь этих элементов, а их миграционная активность оценивается по массовым потокам, в том числе во взаимосвязи с органическим веществом.

Содержание общего органического углерода в почвенных водах наряду с актуальной кислотностью (рН) является одним из основных параметров для оценки качества почв - одного из основополагающих компонентов наземных экосистем. Данному параметру уделяется особое внимание при критическом анализе методов исследования ОВ подзолов. Для анализа общего органического углерода в почвенных водах в РФ широко используют методики, разработанные для исследования состава поверхностных и сточных вод (Унифицированные методы..., 1973: Руководство..., 1977; ГОСТ Р 52991-2008; ПНДФ 14.1:2:4.154-99). Международный опыт анализа почвенных вод регулярно обобщается в Руководствах, выпускаемых в рамках функционирования Международной Программы ICP-forests (http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_SoilSol.pdf), участником которой является ИППЭС КНЦ РАН. Определяемые параметры подразделяются на две категории: обязательные и оптимальные. Содержание общего органического углерода в почвенных водах относится к категории обязательных. Согласно указаниям Руководства, химические лаборатории каждой из стран, участвующих в указанной Программе, свободны в выборе методов анализа того или иного компонента почвенных вод, в том числе органических форм углерода. Однако наиболее надежными методами их анализа признаются метод инфракрасной спектроскопии после окисления органического вещества (ОВ) до CO₂ и метод пламенной ионизации после восстановления ОВ до CH₄. Допускается проводить анализ C_{орг} по светопоглощению раствора в ультрафиолетовой области (длина волны 254 нм), но это относится только к тем лабораториям, которые не оснащены C-анализаторами.

Классическими методами оценки содержания общего органического углерода в природных водах является определение величина бихроматной окисляемости (ХПК) и перманганатного индекса (перманганатной окисляемости). В первом случае окончание анализа после добавления окислителя проводится методом титрования по остатку бихромата, во втором окисление проводится раствором перманганата калия в сернокислой среде при кипячении, избыток перманганата калия определяют методом иодометрии. Применяемые реактивы существенно отличаются по окисляющей способности, но в природных водах содержание трудно окисляющихся органических веществ обычно крайне мало,

и результаты, получаемые при анализе бихроматным и перманганатным методами, достаточно близки (Муравьев, 2004). Показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ и определяемый по количеству химически связанного кислорода, израсходованного на окисление, называется *химическим потреблением кислорода* (ХПК). Теоретическим значением ХПК ($\text{ХПК}_{\text{теор}}$) называют количество кислорода (или окислителя в пересчете на кислород) в мг/л, необходимое для полного окисления содержащихся в пробе органических веществ (Муравьев, 2004). При этом окислению подвергаются все элементы из состава органического соединения, находящиеся в низшей или промежуточной степени окисления (потенциальные восстановители). Для вычисления концентрации углерода, содержащегося в органических веществах, значение ХПК (мгО/л) умножается на 0.375 (12/32). Величины перманганатной окисляемости также используют для оценки содержания органических веществ: в среднем 1 мг кислорода перманганатной окисляемости приблизительно соответствует 1 мг углерода органического вещества (Руководство ..., 1977).

В задачу данного исследования входило сопоставление качества анализа общего органического углерода, проведенного с применением трех методов:

*1. Определения бихроматной окисляемости (Анализатор ХПК)
(COD-reactor, HACH, USA)*

Анализы проводились в 2009, 2010 и 2011 годах в Центре коллективного пользования ИППЭС КНЦ РАН в отношении проб атмосферных выпадений и почвенных вод, а также синтетических проб. Маркировка анализатора соответствует названию показателя ХПК по международной терминологии - «*Chemical oxyden demand*» (COD), при этом имеется в виду исключительно бихроматная окисляемость;

*2. Определения перманганатной окисляемости
(ПНДФ 14.1:2.4.154-99, титриметрический метод)*

Анализы проводились в 2011 году в Центре коллективного пользования ИППЭС КНЦ РАН только в отношении проб атмосферных выпадений с концентрацией общего органического углерода на уровне предела обнаружения (1 мг/л).

3. Метод недисперсионного инфракрасного детектирования (NDIR) после термического каталитического окисления (при температуре 680°C)

(Анализатор общего органического углерода TOC-L (Shimadzu, Япония))

Анализы проводились в 2013 году в лаборатории ООО "Аналит Продактс" - генерального дистрибьютора фирмы Shimadzu в РФ.

Проверка качества анализов природных вод в интеркалибровочных испытаниях является обязательным условием участия научно-исследовательских центров европейских стран в Международной Программе ICP-forests. ООО «Аналит Продактс» прошло добровольную сертификацию в рамках этой программы.

Тестовые пробы природных вод (атмосферных выпадений и почвенных вод) готовились в сертифицированной лаборатории Научно-исследовательского Института леса Финляндии (METLA). Пробоподготовка природных вод состояла в пропускании через стеклянный фильтр (Whatman GF/A) с последующей фильтрацией через мембранный фильтр filter (Schleicher & Schüll, ME 25, размер пор 0.45 мкм) с использованием перистальтического насоса. Аттестованные значения утверждались аналитической лабораторией METLA после согласования полученных результатов с ведущими лабораториями стран Европейского Союза, такими как CNR-ISE (Италия), NW-FVA (Германия). Через определенные промежутки времени проводилась проверка каждой десятой пробы на гомогенность состава и стабильность характеристик. Пробы передавались в национальные лаборатории стран - участниц интеркалибровочных испытаний в бутылках из полиэтилена высокого давления, объем пробы составлял 250-500 мл.

Допустимые пределы отклонений при анализе общего органического углерода устанавливались по результатам проведения регулярных интеркалибровочных тестов и принятия средневзвешенного значения предела обнаружения по всем лабораториям. В настоящее время за предел обнаружения общего органического углерода принята величина 1 мг/л, допустимое отклонение в диапазоне концентраций ниже указанного уровня составляет $\pm 30\%$, выше - $\pm 20\%$ (Report, 2010).

Результаты, полученные методом определения бихроматной окисляемости, представлены в таблицах 1 и 2. Тестовыми пробами являлись атмосферные выпадения, почвенные воды и синтетические пробы. Концентрация общего органического углерода в атмосферных выпадениях

варьировала в диапазоне от 1.62 до 13.50 мг/л, в почвенных водах – от 7.00 до 60.40 мг/л, в синтетических пробах – от 5.64 до 54.07 мг/л.

Практически используемые методы определения ХПК дают результаты, близкие к $XPK_{теор}$, но всегда отклоняющиеся в ту или иную сторону. При наличии трудно окисляющихся органических веществ их окисление за время реакции проходит не полностью, и это приводит к занижению результата. При наличии в пробе неорганических восстановителей, также потребляющих кислород на собственное окисление, результат получается завышенный. Получение завышенных результатов возможно из-за присутствия в растворе таких неорганических восстановителей, как хлориды, нитриты, сульфиды, сероводород и Fe^{2+} . Совместное действие обоих факторов вызывает отклонение реального ХПК от $XPK_{теор}$. Норматив погрешности результатов анализа составлял $\pm 20\%$, и в случае применения метода определения бихроматной окисляемости полученные результаты не выходили за рамки установленного норматива (табл. 1, 2). Однако практически во всех пробах природных вод отмечалось отклонение в сторону завышения аттестованного значения, что указывает на мешающее влияние неорганических восстановителей. Оценка катионно-анионного баланса тестовых проб позволяет причиной получения завышенных результатов предполагать присутствие хлорид-ионов в составе анализируемых проб. Наиболее обнадеживающие результаты (с погрешностью 1-2% и ниже) получены при содержании общего органического углерода в пробах выше 10 мг/л. Результаты анализа синтетических проб свидетельствуют об их занижении относительно установленного значения при соблюдении норматива погрешности, что может указывать на неполное окисление органического соединения, использованного для приготовления тестовых проб.

Таблица 1

Результаты анализа тестовых проб почвенных вод
по содержанию общего органического углерода, мг/л

Идентификационный номер пробы	Аттестованное значение	Результат анализа	Погрешность результата	Норматив погрешности результата анализа	Метод анализа
S3 (2009) ПВ*	7.00	8.54	+22%	$\pm 20\%$	(1)
S4 (2009) ПВ	60.40	60.89	+1%	$\pm 20\%$	(1)
S3 (2010) ПВ	8.23	9.53	+16%	$\pm 20\%$	(1)
S4 (2010) ПВ	48.77	48.60	-0.3%	$\pm 20\%$	(1)
S3 (2011) ПВ	14.30	14.50	+1%	$\pm 20\%$	(1)
S4 (2011) ПВ	49.40	50.50	+2%	$\pm 30\%$	(1)
SYN7 (2009) СП	5.64	4.52	-20%	$\pm 20\%$	(1)
SYN8 (2009) СП	54.07	44.99	-17%	$\pm 20\%$	(1)
S5 (2011) СП	12.1	10.25	-15%	$\pm 20\%$	(1)

* Здесь и далее: ПВ - почвенные воды; СП – синтетическая проба.

Результаты, полученные методом определения перманганатной окисляемости, представлены в таблице 2. Анализ содержания общего органического углерода проводился указанным методом только в отношении проб атмосферных выпадений с концентрацией углерода на уровне предела обнаружения (1 мг/л). Как правило, эта величина соответствует наименьшей концентрации углерода растворенных органических веществ в незагрязненных водах (Руководство..., 1977).

Таблица 2

Результаты анализа тестовых проб атмосферных выпадений
по содержанию общего органического углерода, мг/л

Идентификационный номер пробы	Аттестованное значение	Результат анализа	Погрешность результата анализа	Норматив погрешности результата анализа	Метод анализа
S1 (2009) АВ*	1.62	1.86	+15%	$\pm 20\%$	(1)
S2 (2009) АВ	8.03	9.69	+21%	$\pm 20\%$	(1)

S1 (2010) АВ	10.93	10.60	-3%	±20%	(1)
S2 (2010) АВ	13.50	15.50	+15%	±20%	(1)
S1 (2011) АВ	1.03	2.73	+165%	±20%	(2)
S2 (2011) АВ	0.7	0.15	-79%	±30%	(2)

* Здесь и далее: АВ - атмосферные выпадения.

Перманганатный индекс может давать некорректные результаты при анализе природных вод по следующим причинам: перманганат - недостаточно сильный окислитель, поэтому окисление многих веществ проходит неполно или совсем не проходит. Заниженные результаты получены нами в отношении пробы S2 (2011) с аттестованным значением 0.7 мг/л. При кипячении растворов, содержащих перманганат, последний разлагается до диоксида марганца и кислорода. Выпадающий диоксид марганца каталитически ускоряет процесс окисления, однако в холостой пробе такого не происходит. Это могло послужить причиной весьма завышенных результатов по пробе S1(2011) с погрешностью определения +165% при аттестованном значении 1.03 мг/л. Нельзя исключать и мешающее влияние неорганических восстановителей, выщелачиваемых из кроны, поскольку анализируемая проба относилась к разряду атмосферных выпадений, прошедших древесный полог.

Результаты, полученные методом инфракрасной спектроскопии, представлены в таблице 3.

В интеркалибровочных испытаниях 2010 года 37 лабораторий из 42 участвовавших применяли метод инфракрасной спектроскопии. В РФ применение указанного метода регламентируется ГОСТ Р 52991-2008. ВОДА. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода и Международным стандартом ISO 8245. Water quality – guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC). В серии приборов анализаторов общего органического углерода фирмы «Shimadzu» применяется проверенный метод каталитического окисления при температуре 680⁰С, таким образом, обеспечивается полное разложение пробы. Это позволяет работать как с пробами, насыщенными органическим веществом, так и с высокой чувствительностью анализировать ультрачистую воду. Для данной серии приборов характерен ультраширокий диапазон рабочих концентраций – от 4 мкг/л до 30 г/л. Полностью автоматизированная программа пробоподготовки обеспечивает удаление неорганического углерода и разбавление.

Таблица 3

Результаты анализа тестовых проб по содержанию общего органического углерода, мг/л

Идентификационный номер пробы	Аттестованное значение	Результат анализа	Погрешность результата анализа	Норматив погрешности результата анализа	Метод анализа
S1 (2013) АВ	1.843	1.71	+7.2%	±20%	(3)
S2 (2013) АВ	1.525	1.37	+10.2%	±20%	(3)
S3 (2013) ВП*	7.069	7.62	-7.8%	±20%	(3)
S4 (2013) ПВ	10.125	9.88	+2.4%	±20%	(3)
S5 (2013) СП	11.934	12.46	-4.4%	±20%	(3)

* ВП – вода из природных источников.

Концентрация общего органического углерода в тестовых пробах при применении указанного метода варьировала в диапазоне от 1 до 13 мг/л в атмосферных выпадениях, в почвенных водах и воде из природного источника. Погрешность результатов анализа не превышала 10.2%, что ниже установленного норматива практически в 2 раза и гораздо ниже, чем погрешности, полученные другими методами. Следовательно, интеркалибровочные испытания были полностью успешно пройдены.

Выводы: При исследовании органического вещества наземных экосистем наиболее корректные результаты анализа общего органического углерода получены методом *недисперсионного инфракрасного детектирования (NDIR) после термического каталитического окисления*. При проведении массовых анализов допустимо применение метода определения бихроматной окисляемости как наиболее простого и экономически целесообразного.

Литература

1. ГОСТ Р 52991-2008. ВОДА. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода.
2. Кауричев И.С., Яшин И.М., Черников В.А. Теория и практика сорбционных лизиметров в экологических исследованиях. М.: Изд-во МСХА, 1996. 144 с.
3. Унифицированные методы анализа вод. Под ред. д-ра хим. наук Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1973. 448 с.
4. Манаков К.Н., Никонов В.В. Биологический круговорот минеральных элементов и почвообразование в ельниках Крайнего Севера. Л.: Наука, 1981. 196 с.
5. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. СПб.: «Крисмас+», 2004. 248 с.
6. Никонов В.В. Особенности почвообразования в северотаежных еловых биогеоценозах Кольского полуострова // Почвоведение, 1979. № 9. С. 20-31.
7. Никонов В.В. Почвообразование на северном пределе сосновых биогеоценозов. Л.: Наука, 1987. 142 с.
8. ПНДФ 14.1:2:4.154-99. Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом.
9. Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. М.-Л.: Наука, 1964. 380 с.
10. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. д-ра хим. наук проф. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 541 с.
11. ISO 8245. Water quality – guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC).
12. Report CNR-ISE, 05.10. ATMOSPHERIC DEPOSITION AND SOIL SOLUTION WORKING RING TEST 2010. Laboratory ring test for deposition and soil solution sample analyses for the laboratories participating in the EU/Life+ FutMon Project.

Горбачева Т.Т., Ершов В.В.

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
gorbacheva@inep.ksc.ru, Slavo91@gmail.ru*

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ДОЖДЕВЫХ ВЫПАДЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ ВОД В ТЕХНОГЕННЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Воздушное промышленное загрязнение является крупномасштабным фактором, определяющим современное состояние лесов и оказывающим на них прямое (фумигация, выщелачивание элементов питания из ассимилирующих органов) и опосредованное (изменение кислотности и питательного режима почв, снижение устойчивости к грибным болезням, экстремальным климатическим условиям) действие (Лукина, Никонов, 1998).

Кольский полуостров – один из наиболее индустриально развитых регионов на Севере. Крупнейшим источником воздушного промышленного загрязнения в регионе являются предприятия Кольской горно-металлургической компании (КГМК) ОАО «Норильский никель». Согласно отчетности по площадке Мончегорск КГМК за 2012 г., компания в течение 8 лет соблюдает норматив предельно допустимых выбросов (<http://www.kolagmk.ru/ecology/aspects>). За эти годы в плавильном цехе проведены следующие мероприятия:

- сбор неорганизованных конвертерных газов в единый поток и сброс их через дымовую трубу;
- оптимизация газовых потоков, направляемых на производство серной кислоты с установкой частотных регуляторов производительности дымососов;
- доведение производительности участка по производству серной кислоты по газовой нагрузке до 150 тыс. м³ в час;
- реконструкция существующей системы загрузки электропечей шихтой;
- сбор неорганизованных (внутрицеховых) электропечных газов в единый поток и сброс их в дымовую трубу.

Это способствовало снижению выбросов основных поллютантов по площадке Мончегорск за период 1990-2009: SO₂ (тыс. т) – с 232.5 до 33.5 (в 6.9 раза); Cu (т/год) – с 1813 до 439.3 (в 4 раза); Ni (т/год) – с 2712 до 387 (в 7 раз) (<http://www.kolagmk.ru/ecology/monitoring>).

Цель исследований: изучение многолетней динамики основных поллютантов медно-никелевого производства в дождевых выпадениях и почвенных водах на мониторинговых площадках в еловом и сосновом редколесьях, расположенных вблизи промплощадки Мончегорск и являющихся одной из последних стадий техногенной сукцессии лесных биогеоценозов Кольского полуострова (Лукина и др., 2005; Лукина, Черненкова, 2008).

Объекты и методы исследования. Исследования атмосферных выпадений и почвенных вод проводили на стационарных площадках мониторинговой сети ИППЭС в 7 и 10 км по юго-западному градиенту от площадки Мончегорск КГМК. Координаты точек отбора проб 67°51,08' N 32°47,49'E (еловое техногенное редколесье) и 67°49,716'N 32°46,030'E (сосновое техногенное редколесье).

Осадкоприемники дождевых вод представляли собой трубы из поливинилхлорида черного цвета с диаметром 14.5 мм, что соответствовало площади водосбора 0.0165 м². Внутри трубы помещался полиэтиленовый пакет вместимостью до 3 литров, закрепляемый специальным колпаком. Поверхность трубы перед закреплением колпаком покрывалась съемной мелкоячеистой сеткой из синтетического материала для предотвращения попадания крупнодисперсных частиц. Согласно Руководству по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса в рамках Международной программы ICP-forests, минимально допустимое число осадкоприемников на одной мониторинговой площадке - 6 (по три повторности в межкروновых пространствах и по три - в подкروновых пространствах) (www.icp-forests.net).

Для отбора почвенных вод применялись лизиметры гравитационного типа конструкции Д. Дерома (Derome et al., 1993), представляющие собой конструкцию из воронки диаметром 19.5 см (площадь 0.0299 кв.м) и колбы-приемника объемом около 2.2 л. В воронку вставляется пластиковая фильтрационная сетка и отводная трубка, затем воронка засыпается дренажем из полиэтиленовой крошки. Просочившиеся воды отбирают с помощью ручного вакуум-насоса через пластиковую трубку, выходящую на поверхность.

В полевых условиях с помощью пластиковой мерной посуды замерялся объем вод, скопившихся в осадкоприемниках либо лизиметрах за месячный период, затем отбиралась аликвотная часть пробы (250-300 мл) для проведения химического анализа. Хранение проб осуществлялось в морозильной камере при -18°C. После размораживания каждая проба аналитической партии фильтровалась через бумажный фильтр «синяя лента» (диаметр пор 1-2.5 мкм). Анализ фильтрата проводили методами атомно-абсорбционной спектроскопии (Cu, Ni) и ионообменной хроматографии SO₄²⁻.

Для оценки динамики концентрации поллютантов проводился расчет среднегодовых значений по полученным результатам. В данной работе приводятся значения по межкроновым пространствам, где формирование вод определяется преимущественно атмосферным фактором, в отличие от подкroновых пространств, где велико влияние биогенного фактора.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Оценка влияния аэротехногенного загрязнения на состав атмосферных выпадений проводилась на основе сравнения с межрегиональным или глобальным фоном, определенным в работе Свистова и др. (2009) по многолетним данным о химическом составе осадков на станциях фонового мониторинга на территории РФ. Максимальные фоновые значения средневзвешенных концентраций сульфат-ионов по территории РФ составляют 3.25 мг/л, мониторинг содержания тяжелых металлов (ТМ) в осадках не ведется. В отношении содержания ТМ в качестве контрольных параметров были использованы опубликованные результаты определения состава атмосферных выпадений в виде дождя в отдаленных районах Финляндии (Reimann et al., 1997), принимаемые авторами данной работы за региональный фон (0.0004 мг/л по Cu и 0.00021 мг/л по Ni).

Таблица 1

Динамика концентрации поллютантов
в дождевых выпадениях и почвенных (подстилочных) водах, мг/л

Биогеоценоз	Период исследований	Ni	Cu	SO ₄ ²⁻
Еловое техногенное редколесье	1991-1995	0.3 / 1.3	0.5 / 0.2	10.5 / 35.8
	1996-2000	0.3 / 1.2	0.4 / 0.3	9.9 / 31.8
	2001-2005	0.1 / 0.8	0.1 / 0.2	4.6 / 16.9

	2006-2011	0.1 / 0.4	0.1 / 0.1	5.5 / 9.1
Сосновое техногенное редколесье	1991-1995	0.2 / 0.3	0.2 / 0.2	3.8 / 20.1
	1996-2000	0.2 / 0.4	0.3 / 0.2	6.8 / 15.3
	2001-2005	0.1 / 0.3	0.1 / 0.1	3.6 / 10.8
	2006-2011	0.2 / 0.3	0.1 / 0.1	6.0 / 10.6

Примечание: В числителе данные по дождевым водам, в знаменателе - по почвенным водам.

Динамика концентрации Ni. За исследуемый период отмечено снижение среднегодовой концентрации в дождевых водах на территории еловых техногенных редколесий в 3 раза (с 0.3 до 0.1 мг/л). Схожая тенденция отмечена и в почвенных водах (с 1.3 до 0.4 мг/л).

В сосновом техногенном редколесье концентрация Ni варьировала в течение всего периода на уровне 0.1-0.2 мг/л в дождевых водах и 0.3-0.4 мг/л в почвенных водах. Положительным моментом является сопоставимость концентрации Ni в почвенных водах к концу 2011 года в еловых и сосновых редколесьях (0.4 и 0.3 мг/л), тогда как в начале 90х годов они отличались более чем в 4 раза. Отмеченные особенности позволяют предполагать заторможенность аккумулятивных процессов в подстилочном горизонте после снижения аэротехногенной нагрузки.

Динамика концентрации Cu. За исследуемый период отмечено снижение среднегодовой концентрации в дождевых водах на территории еловых техногенных редколесий в 5 раз (с 0.5 до 0.1 мг/л). Тенденция к снижению концентрации в почвенных водах менее ярко выражена (с 0.2 до 0.1 мг/л). Такого же уровня достигло снижение в сосновых техногенных редколесьях (как в дождевых, так и почвенных водах). Отмеченное снижение концентрации Cu менее ярко выражено, чем приведенное выше снижение самих выбросов. Сравнимость концентраций Cu в атмосферных выпадениях и почвенных водах к концу периода исследований, как и в отношении Ni, указывает на снижение миграционной активности.

Динамика концентрации сульфат-ионов. За исследуемый период отмечено снижение среднегодовой концентрации в дождевых водах на территории еловых техногенных редколесий не более чем в 2 раза (с 10.5 до 5.5 мг/л). Тенденция к снижению концентрации в почвенных водах более ярко выражена, особенно в еловых редколесьях (с 35.8 до 9.1 мг/л). В дождевых водах на территории сосновых редколесий (10 км от источника выбросов) концентрация SO_4^{2-} все годы варьировала в пределах от 4 до 7 мг/л без выраженной тенденции к снижению. Отмеченное снижение концентрации сульфат - ионов на исследуемой территории значительно менее ярко выражено, чем приведенное выше снижение выбросов сернистого ангидрида. Остающиеся существенные различия в концентрации сульфат - ионов в атмосферных выпадениях и почвенных водах указывают на слабое восстановление функций биогеохимического барьера подстилочного горизонта.

Сопоставление с фоновыми значениями. Анализ полученных данных и сопоставление с фоновыми значениями свидетельствует о существенной аэротехногенной нагрузке на исследуемую территорию. Наиболее обнадеживающая тенденция отмечена в отношении динамики концентрации сульфат-ионов, приближающейся к фоновому уровню (5.5 против 3.25 мг/л). Концентрации Cu и Ni в атмосферных выпадениях вблизи медно-никелевого производства еще весьма далеки от фонового уровня РФ.

Согласно пресс-релизу Правительства Мурманской области от 12 декабря 2013г (<http://new.gov-murman.ru/press/?newsid=20337>) готовятся необходимые документы для исключения города Мончегорск из перечня экологических «горячих точек». Данные, полученные на мониторинговой сети ИППЭС КНЦ РАН, свидетельствуют о преждевременности такого решения.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», проект: «Водная миграция органического углерода, элементов питания и поллютантов в северотаежных лесах».

Литература

1. Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты - Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. 316 с.
2. Лукина Н.В., Сухарева Т.А., Исаева Л.Г. Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северотаежных лесах. М.: Наука, 2005. 245 с.
3. Лукина Н.В., Черненко Т.В. Техногенные сукцессии в лесах Кольского полуострова // Экология, 2008. № 5. С. 329-337.

4. *Свистов П.Ф., Полищук А.И., Перишина Н.А.* Фоновый уровень состояния атмосферы по многолетним данным о химическом составе атмосферных осадков // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, 2009. № 560. С. 116-142.
5. *Derome J., Niska K., Lindroos A.-J. & Valikangas P.* The ion-balance monitoring plot network // The Lapland Forest Damage Project. Russian-Finnish cooperation report. Rovaniemi: the Finnish Forest Research Station, 1993. Pp. 49-57.
6. *Reimann C., De Caritat P., Halleraker J.H., Volder T., Dyrøds M., Niskavaara H., Chekushin V.A., Pavlov V.A.* Rainwater composition in eight Arctic catchments in Northern Europe (Finland, Norway and Russia) // Atmospheric Environment. 1997. V. 31. Pp. 159-170.

Гринштейн И.Л., Землянкина А.С., Коркина Д.А.

ООО «Аналит Продактс», г. Санкт-Петербург

zas@analit-spb.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

При производстве фосфорных удобрений из апатитового концентрата образуется большое количество отходов, одним из которых является фосфогипс. Актуальной проблемой является разработка способов утилизации, транспортирования и хранения отходов в отвалах и шламохранилищах. Их накопление представляет угрозу загрязнения окружающей среды сульфатами, фосфатами, фтором. В отходах производства удобрений также могут содержаться токсичные элементы: мышьяк, стронций, тяжелые металлы и др.

Важную информацию для оценки экологической опасности отходов данного производства и способов их утилизации дает элементный анализ сырья и продуктов его переработки. В настоящей работе изложен подход, позволяющий получать точную информацию о количественном составе объектов, включая основные элементы и примеси.

На первом этапе проводят неразрушающий анализ проб рентгенофлуоресцентным методом (РФА) с последующим определением полуколичественного состава на уровне содержаний до 0.01% масс. Затем при необходимости получения точной информации о содержании элементов, а также для определения низких концентраций примесей пробы анализируют методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП АЭС). В работе описана процедура пробоподготовки и возможные пути ее модификации в зависимости от типа анализируемого объекта. Заключительным этапом предложенного подхода является дополнительный атомно-абсорбционный анализ (ААС) при необходимости уточнения очень низких содержаний некоторых элементов.

Рентгенофлуоресцентный анализ дает информацию о полуколичественном составе и позволяет измерить содержание фтора в исследуемых объектах. Точное количественное определение токсичных примесей в сырье и продуктах его переработки методами ИСП АЭС и ААС предоставляет возможность оценки экологической опасности производственных отходов, а анализ целевых элементов важен при выборе оптимального способа их вторичного использования.

Дину М.И.

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского, г. Москва marinadinu@rambler.ru

ИНАКТИВАЦИЯ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПОЧВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Кольский регион благодаря географическому положению и климатическим условиям характеризуется низким содержанием органического вещества и биогенных элементов. Наиболее типичное значение перманганатной окисляемости – до 10 мг/л, менее 5 мг/л – характерно для северной зоны, более 10 мг/л – для южной зоны (Моисеенко и др., 1996). Значительное увеличение содержания органического вещества прослеживается от зоны тундры к лесотундре и к тайге. Более высокие значения органического вещества связаны с лесными и болотными водосборами (Моисеенко и др., 1996). По соотношению главных ионов поверхностные воды региона гидрокарбонатно-натриевого и гидрокарбонатно-кальциевого типа (Венецианов, Кочарян, 1994; Моисеенко и др., 1996).

Опираясь на значения фоновых концентраций металлов из работы Т.И. Моисеенко и др. (1996), можно отметить преобладание таких ионов металлов, как алюминий, стронций, железо (Моисеенко, 2006). Известно (Орлов, 1992; Моисеенко и др., 1996; Федоров и др., 2002; Моисеенко, 2006), что формы нахождения металлов во многом определяют токсичные свойства металлов и, как следствие, токсичность самого водного объекта.

Целью работы являлось рассмотрение форм нахождения тяжелых металлов в водах Кольского полуострова. Для чего проводились, следующие экспериментальные работы:

1. Выделение фракций гумусовых веществ – гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК), гематомелановые кислоты (Гим К) из типичных почв зоны северной тайги.
2. Исследование качественного состава фракций с помощью спектрометрических методов анализа.
3. Исследование реакции комплексообразования фракций с ионами алюминия, железа, меди, кадмия, свинца, стронция с помощью физико-химических методов (Шварценбах, Флашка, 1970; Федоров и др., 2002), таких как вольтамперометрические, титрометрические, гравиметрические методы.
4. Для апробации экспериментальных данных, было применено сравнение полученных данных с теоретическими расчетами форм нахождения ТМ по результатам натурных исследований для водных объектов Кольского региона (Шварценбах, Флашка, 1970; Орлов, 1992; Моисеенко и др., 1996; Федоров и др., 2002; Моисеенко, 2006).

Полученные данные показывают меньшую способность гумусовых веществ Кольского севера к образованию связей с металлами, в сравнении с почвами зоны смешанных лесов и степей, в сравнении с литературными данными (Дину, 2012). Выявлено, что ионы цинка образуют менее прочные комплексы с ФК с течением времени, что связано с изменением способности фракции ФК к комплексообразованию от только что выделенной до недельной выдержки. Фракция ГимК глееподзолистых почв выражена слабо, поэтому ее вклад в процесс комплексообразования очень мал и не влияет на общую токсичность вод.

Гуминовые кислоты Кольского севера являются прекрасным сорбентом и комплексообразующим источником (Дину, 2012) и, в первую очередь, взаимодействуют с ионами меди и свинца. Основываясь на наших экспериментальных данных и дополнив их литературными данными (Шварценбах, Флашка, 1970; Орлов, 1992; Федоров и др., 2002; Дину, 2012), можно составить ряд способности металлов к образованию комплексов:

$\text{Fe} > \text{Al} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Cd} > \text{Co} > \text{Cr} > \text{Mn} > \text{Sr}$, что во многом, согласуется также с данными других исследований (Моисеенко и др., 1996; Моисеенко, 2006).

При изучении распределения металлов в водах Кольского севера выявлены следующие особенности: прямая зависимость комплексообразования ионов железа от количества органического вещества, зависимость комплексообразования ионов тяжелых металлов от доминирующего иона железа, зависимость форм нахождения металлов от физико-химических особенностей ионов самих металлов, зависимость от протекания параллельных реакций. При содержании органического вещества от 1-5 мг/л явно прослеживается конкурентное связывание металлов (возникает «борьба за лиганды»), при содержании ГВ от 5-20 конкурентное связывание плавно уменьшается (за исключением водных объектов с содержанием железа и алюминия более 100 мкг/л). В условиях содержания ГВ более 20 мг/л конкурентная борьба наименее заметна, что позволяет ионам металлов наиболее эффективно образовывать связи согласно особенностям химического строения (радиус, электронная конфигурация, и т.д.). Результаты экспериментов показывают доминирующее влияние железа на образование комплексов другими металлами. Образование комплексов стронция базируется, в основном, на достаточно высоком массовом содержании. И в отдельных природных водоемах, где стронций явно превалирует над остальными металлами, его доминирующее влияние в реакциях к гумусовыми веществами особенно заметно.

Литература

1. Венецианов Е.В., Кочарян А.Г. Тяжелые металлы в природных водах. М.: ИВП РАН, 1994. С. 299-326.
2. Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Дауэвальтер В.А., Кудрявцева Л.П. Формирование качества поверхностных вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водосборах арктического бассейна (на примере Кольского севера). Апатиты. Изд. Кольского НЦ РАН, 1996.
3. Моисеенко Т.И. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология / Т.И. Моисеенко, Л.П. Кудрявцева, Н.А. Гашкина Ин-т вод.проблем РАН. М.: Наука, 2006. 261 с.
4. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1992. 400 с.
5. Федоров А.А., Казиев Г.З., Казакова Г.Д. Методы анализа объектов природной среды. Практическое руководство для студентов педагогических университетов. М. Прометей, 2002. 56 с.
6. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия, 1970. 360 с.
7. Дину М.И. Влияние функциональных особенностей гумусовых веществ на процессы комплексообразования с ионами металлов (модельные эксперименты и расчеты): автореф. дис. канд. хим. наук, 2012. 15 с.

Драганов Д.М., Новиков М.А.

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск
draganov@pinro.ru, mnovik@pinro.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В ФГУП «ПИНРО» закончен первый этап работ по созданию интерактивного электронного атласа загрязнения водных масс Баренцева моря различными органическими и неорганическими веществами (поллютантами). Он заключался в формировании единой базы данных по загрязнению поверхностных и придонных морских вод, увязыванию этой базы первичных цифровых данных с картографическими программами, а также в разработке концепции и пилотной модели пользовательского интерфейса для работы с картами. На текущем этапе создана и обработана база собственных данных ПИНРО по уровням загрязнения воды Баренцева моря в период с 2003 по 2012 г. включительно.

В ходе первого этапа работы над атласом выполнено картографирование пространственного распределения загрязнения морской акватории 15 органическими и неорганическими поллютантами. В атлас вошли данные химико-аналитических исследований 690 проб воды, отобранных на 351 станции, выполненных во время 35 рейсов научно-исследовательских судов. Картирование выполняли в среде настольного ГИС-приложения ArcMap 10.0 из пакета ArcGIS компании ESRI.

В качестве топографической основы атласа использовалась глобальная цифровая модель рельефа – Etopo2, представленная привязанным растровым слоем в формате TIFF. Данная модель находится в открытом доступе и создана на основе нескольких источников. Для топографии суши использовались данные GLOBE – Global Land One-kilometer Base Elevation (разрешение 30 угловых секунд, 1 км), для батиметрии основной части морской поверхности – определенным образом обработанные данные радарной альтиметрической съемки 1978 г., совмещенные с данными по гравитационным аномалиям для получения глубин (<http://gis-lab.info/qa/etopo2.html>). При выполнении картирования была использована равнопромежуточная коническая проекция, которая хорошо подходит для географических объектов, расположенных в высоких широтах. Она основана на двух стандартных параллелях 70° и 80° с.ш. и центральном меридиане 45° в.д.

При классификации данных цифровых карт использовался метод естественных границ (по Дженку), где границы классов определяются таким образом, чтобы сгруппировать схожие значения и максимально увеличить различия между классами. Предварительный анализ исходных данных показал их неравномерное распределение, соответственно для их классификации метод естественных границ был выбран как наиболее подходящий.

Помимо основного окна с фреймом данных, рабочий интерфейс атласа содержит: легенду тематического слоя, данные о системе координат, масштабную линейку и обзорную индексную карту.

Всего в ходе выполненной работы построено 280 стандартных (унифицированных) карт распределения загрязняющих веществ в воде Баренцева моря по годам и 30 отдельных тематических карт, включающих в себя: сводные карты распределения концентраций наиболее значимых загрязняющих веществ за весь период наблюдений с группировкой по сезонам, аналитические (выборочные) карты, характеризующие уровни загрязнения отдельных районов моря, а также интегральные статистические карты. Итого на текущий момент построено 310 карт распределения концентраций основных загрязняющих веществ на акватории Баренцева моря.

Среди 15 поллютантов, пространственное распределение которых представлено в атласе, семь относится к группе тяжелых металлов (никель, свинец, медь, ртуть, кадмий, цинк, хром), остальные представляют собой приоритетные потенциально опасные органические соединения: гексахлорциклогексаны, гексахлорбензолы, хлорданы, ДДТ, полихлорбифенилы, полициклические ароматические углеводороды, нефтяные алифатические углеводороды, или *n*-парафины, а также бенз(а)пирен.

На рис. 1 приведен пример стандартной карты электронного атласа, отражающей распределение концентраций *n*-парафинов в придонном слое воды Баренцева моря.

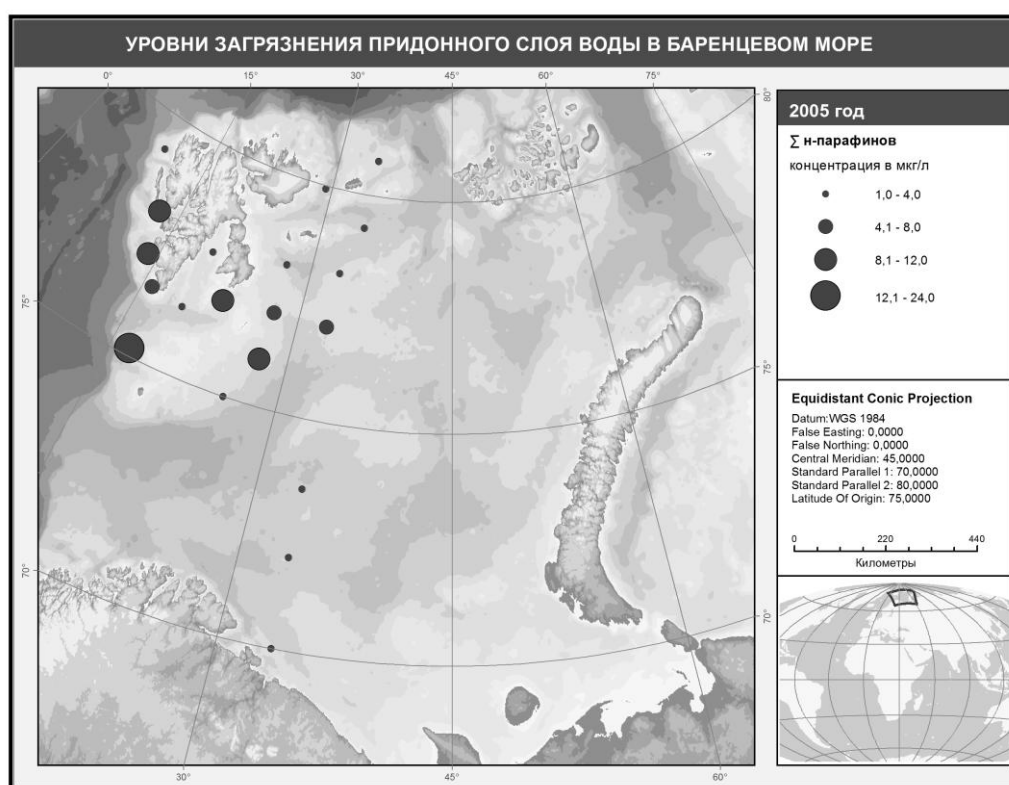


Рис. 1. Распределение уровней загрязнения воды Баренцева моря *n*-парафинов (алифатических углеводородов) в 2005 г.

На рис. 2 приведен пример сводной тематической карты загрязнения акватории Баренцева моря за период 2003-2012 гг. с выделением сезона отбора проб воды.

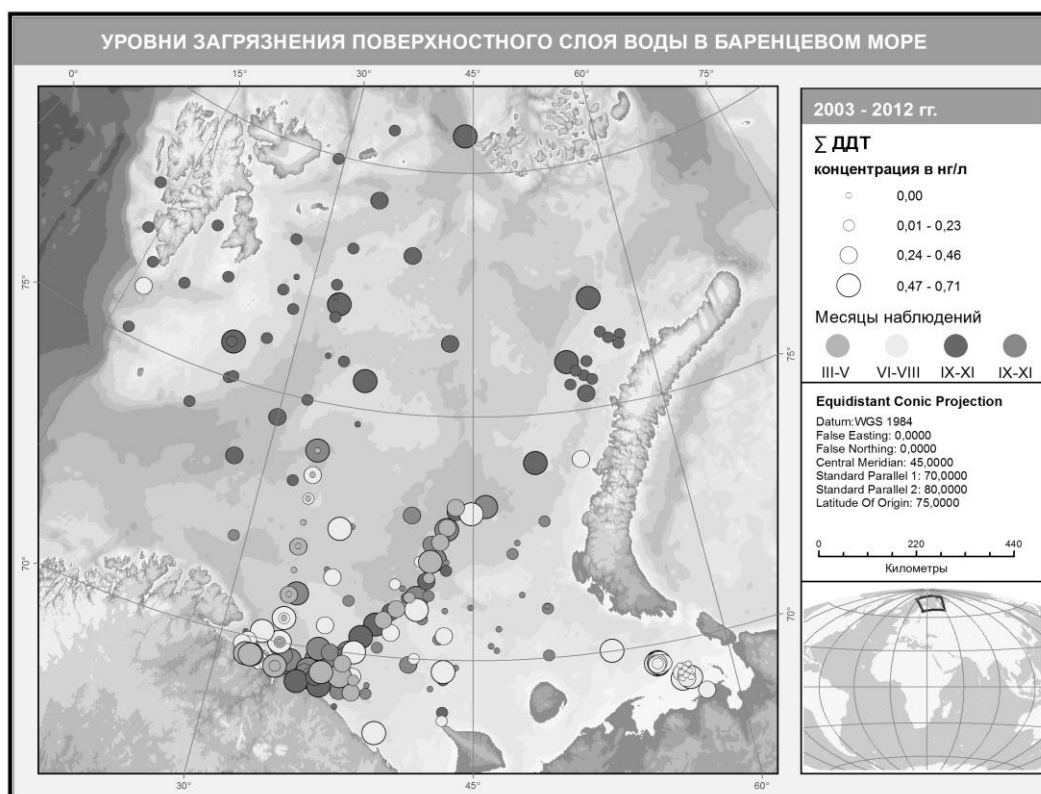


Рис. 2. Распределение концентраций суммы ДДТ в воде Баренцева моря в период 2003-2012 гг. с выделением сезона отбора проб

С целью анализа данных по загрязнению вод Баренцева моря, выявлению закономерностей и тенденций в распределении загрязнения по морской акватории был выполнен ряд статистических расчетов. Поскольку на нынешнем первом этапе настоящего исследования полная обработка не входила в основные его задачи, был рассмотрен только общий подход и принципы обработки данных по загрязнению воды. Реализовано это было на примере данных, отражающих распределение металлов, преимущественно, кадмия.

Для проведения статистических расчетов с данными была выбрана система статистической обработки данных и программирования R. R является бесплатным аналогом популярной статистической среды S-Plus, но в отличие от S-Plus имеет множество постоянно обновляемых расширений и, что не маловажно, свободный код, т.е. является общедоступной.

Перед началом статистических расчетов оценивали центральную тенденцию и разброс данных для выбраковки сомнительных результатов, связанных с нарушением методики отбора проб. Например: проба отбиралась в зоне выброса хозяйственно-бытовых или льяльных вод судна, или ошибки допущены в ходе анализа или при вводе данных оператором. Для этого можно воспользоваться функцией *summary*, которая возвращает основные характеристики распределения по Тьюки (мин/макс, квартили, медиана) и среднее значение. В качестве графического средства выявления выбросов мы использовали диаграмму Кливленда.

Проверка распределения данных на нормальность. Проверка проводится с целью выбора адекватных методов последующей статистической обработки данных. Статистические тесты делятся на две большие группы: параметрические и непараметрические. Соответственно при статистическом анализе в первую очередь выявляем тип распределения данных: параметрическое (нормальное) или непараметрическое.

Для проверки характера распределения данных использовалось построение графиков квантилей (Q-Q plots). Здесь для каждого элемента вычисляется, какое место он занимает в сортированных данных (так называемый «выборочный квантиль»), и какое место он должен был бы занять, если распределение нормальное (теоретический квантиль). Прямая проводится через квартили (Шипунов и др., 2012). Значительное удаление точек от прямой, что свидетельствует об отклонении данных от нормального распределения. Проверить результаты графика квантилей также можно с помощью теста Шапиро-Уилкса. Нулевая гипотеза здесь заключается в том, что распределение

данных соответствует нормальному. При столь низком значении p -value (значительно меньше 0.05) нулевая гипотеза отклоняется. Это значит, что закон распределения данных по загрязнению воды, например, кадмием, отличен от нормального (параметрического). Исходя из этого, далее для обработки данных по загрязнению кадмием вод Баренцева моря в нашей работе применялась непараметрическая статистика.

Оценка различий между выборками. Различия между выборками, касающимися, например, сроков отбора проб, можно оценить при помощи диаграммы размахов, где отображены медианы и разбросы значений. Подобный анализ необходим для ответа на важный вопрос: считать ли данные одного года генеральной совокупностью, или же сроки отбора проб заметно влияют на величину концентрации загрязнителя? Иными словами, отличается ли уровень загрязнения воды в различные сезоны года? Ответ на данный вопрос позволяет принять принципиально важное решение о совместном или раздельном использовании данных одного года в статистическом анализе. Такой подход реализуется для оценки возможности объединения выборок результатов измерений, выполненных в различные годы исследований.

Для сравнения двух и более выборок, в конкретном случае уровней концентрации кадмия в воде по месяцам, можно применить однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а именно непараметрический аналог ANOVA – тест Крускала-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). Нулевая гипотеза здесь состоит в том, что выборки не отличаются между собой, и данные принадлежат одной генеральной совокупности, а альтернативная – что хотя бы одна пара выборок различается между собой. Следует обратить внимание на формулировку альтернативной гипотезы, а именно – результат этого теста будет одинаковым и в случае, если различается одна пара выборок, и в случае, если различаются все выборки (Шипунов и др., 2012). Согласно результатам выполненного теста в анализируемом случае следует принять альтернативную гипотезу (p -значение много меньше 0.05) о том, что концентрация кадмия в воде Баренцева моря за все годы наблюдений зависела от месяца отбора проб.

Расчет интегрированных цифровых карт состояния загрязнения акватории. Целью предыдущего статистического анализа была проверка данных на однородность групповых дисперсий. При условии, что данные происходят из одной генеральной совокупности, можно построить карту распределения средних значений какого-либо загрязняющего вещества за весь период наблюдений. Для этого должны выполняться следующие условия: дисперсии не различаются между сезонами наблюдений, дисперсии не различаются между горизонтами отбора проб. В противном случае, необходимо строить отдельные карты для каждого сезона или горизонта.

Несмотря на то, что дисперсионный анализ показал наличие зависимости концентраций кадмия от сезона наблюдения, из выполненных нами диаграмм размаха следовало, что сильное различие дисперсией имело место только в случае двух месяцев. В качестве допущения мы приняли, что эти различия не обязательно имеют сезонный характер и продолжили статистическую обработку для изложения наших подходов к обработке результатов загрязнения вод Баренцева моря. Статистическая обработка данных по кадмию не выявила различия дисперсий у придонного и поверхностного слоев. Это позволило выполнить осреднение концентраций кадмия за весь период наблюдений по условно выделенным по принципу регулярной сетки районам Баренцева моря. Подобный подход позволил создать новый вид карты – синтетическую интегрированную (расчетную) карту загрязнения. Этот подход отличен от интерполяции данных, т.к. по существу просто накапливает и обрабатывает информацию о загрязнении акватории моря в системе заранее определенных элементарных акваторий – ячеек регулярной сетки. Расчет средних концентраций, для примера, все того же кадмия, проводился в квадратах (трапециях) регулярной сетки с шагом 2 градуса по широте и 1 градус по долготе.

Расчеты выполняли в среде статистического пакета R. Расчетные величины экспортировали в текстовый файл. В каждой строке файла содержатся вычисленные значения по каждому квадрату. В столбцах файла представлена следующая информация:

- средняя долгота и широта выполненных наблюдений в квадрате;
- долгота и широта верхнего, нижнего, левого и правого узлов регулярной сетки;
- среднее значение загрязняющих веществ;
- максимальное значение загрязняющих веществ;
- количество значений параметра, входящих в расчет.

Далее полученный файл с результатами расчетов загружался в программу ArcGIS, где выполнялась классификация данных с использованием метода естественных границ. Пример

полученной в результате картограммы, отражающей, по существу, интегрированную оценку загрязнения кадмием акватории Баренцева моря, представлен на рис. 3.

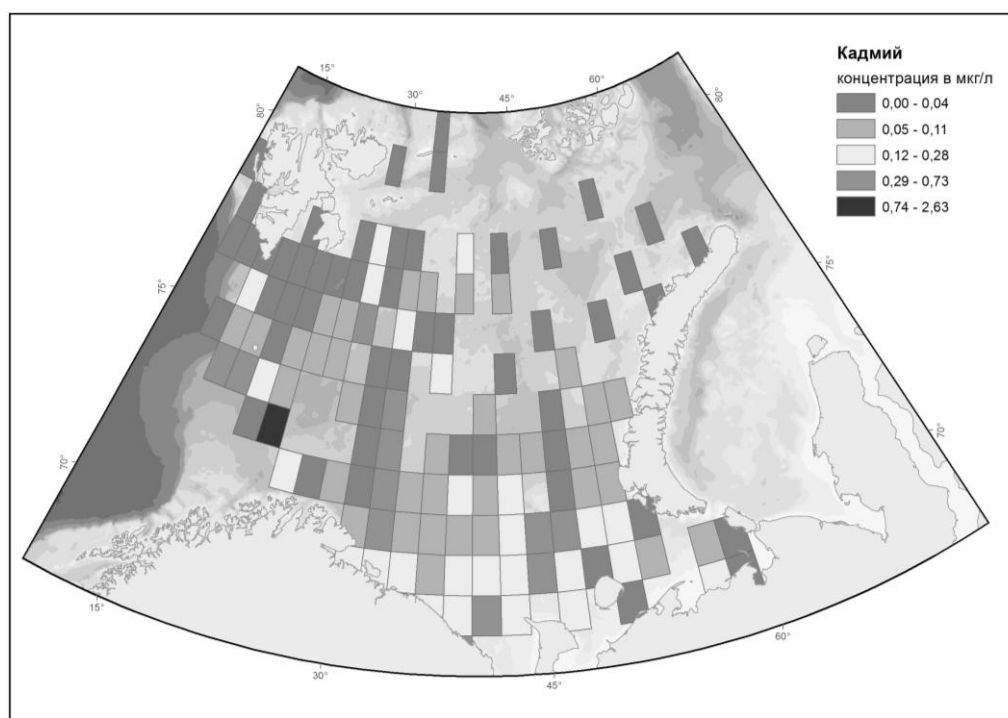


Рис. 3. Средние значения концентрации кадмия в воде Баренцева моря за период с 2003 по 2012 гг.

Картограмма средних значений уровня загрязнения в данном контексте представляется достаточно информативной, т.к. в большей степени отражает среднесезонную ситуацию с загрязнением. Однако, справедливости ради, следует заметить, что на текущем этапе перед построением картограммы на рис. 3 использовался не весь комплекс статистических процедур. Не все данные по годам и сезонам в период 2003-2012 гг. прошли анализ на возможность объединения выборок. Это задача следующего этапа работ. Отсюда представление нами картограммы на рис. 3 носит предварительный методический характер.

Литература

1. Шитунов А.Б., Балдин П.А., Волкова А.И., Коробейников А.И. и др. / Наглядная статистика. Используем R! М.: ДМК Пресс, 2012. 298 с.

Ефименко О.С.¹, Ефименко С.А.², Макаров Д.В.³

¹НТУ «Харьковский политехнический университет», г. Харьков, Украина

²ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Жезказган, Казахстан

serg_yef@mail.ru

³Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

makarov@inep.ksc.ru

ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРОБОВАНИЯ – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ ДОБЫЧИ РУД НА РУДНИКАХ ТОО «КОРПОРАЦИЯ КАЗАХМЫС»

При реализации Стратегии перехода Казахстана к «зеленой экономике» решение экологических проблем в промышленности приобретает особую актуальность. Экологическая безопасность, как составная часть национальной безопасности, является обязательным условием устойчивого развития страны и выступает основой сохранения природных систем и поддержания

соответствующего качества окружающей среды. Концепция экологической безопасности разработана, исходя из приоритетов Стратегии «Казахстан-2030».

Процессы негативного влияния на окружающую среду создаются, в частности, горнодобывающими и перерабатывающими предприятиями республики, к которым относятся предприятия ТОО «Корпорация Казахмыс» (Kazakhmys LLC). Несовершенство существующих промышленных технологий с каждым годом приводит к возрастанию техногенной нагрузки. В результате окружающая среда вокруг горно-металлургических комплексов загрязняется тяжёлыми металлами Cd, Pb, Zn, Ni, Cu, Hg (ТМ) через поступление в атмосферу соединений ТМ, находящимися в составе отходящих газов металлургического производства и с хвостохранилищ при пылении; вдыхание обслуживающим персоналом соединений ТМ вместе с пылью и газами на рабочих местах (комплексы крупного дробления шахт и обогатительных фабрик, основные цеха металлургического производства); загрязнение почв и вод соединениями ТМ, смываемыми с хранилищ хвостов и отвальных шлаков металлургического производства.

ТОО «Корпорация Казахмыс», входящее в первую десятку крупнейших медных компаний мира, отрабатывает медьсодержащие полиметаллические месторождения Казахстана (Жезказган, Жаман-Айбат, Саякскую группу, Нурказган, Абыз, Акбастау, Шатырколь, группу месторождений Восточного Казахстана и другие). В состав корпорации 12 рудников подземной разработки, 5 рудников открытой разработки, 9 обогатительных фабрик, 2 медеплавильных завода.

Основной объем добычи руды обеспечивают шахты и карьеры рудничной промышленной площадки ПО «Жезказганцветмет», разрабатывающие месторождение медистых песчаников Жезказган. Месторождение характеризуется полиметаллическим типом оруденения. Основные промышленные компоненты – Cu, Pb, Zn; основные сопутствующие промышленные компоненты – Ag, Re, Cd, S, Os; второстепенные компоненты – Co, Ni, Mo, Sn, Bi, As, Sb, Te, Se, Ga, In, Tl, Ge, Pd, Pt, Hg. Четыре технологических сорта руд: медные сульфидные, комплексные (Cu – Pb, Cu – Pb – Zn), свинцовые (Pb, Pb – Zn, Zn) и смешанные (сульфидно-окисленные). В условиях Жезказгана стратегическое значение приобретают технологии ведения горнодобычных работ, максимально ограничивающие попадание свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд в товарную руду сорта «медная сульфидная». Производственные и экономические последствия такого попадания подробно освещены в работе (Ефименко, 2011).

Самые современные, экологически чистые технологии добычи и переработки руд в Жезказгане эффективно работают только при наличии современных, адаптированных к решению задач экологического мониторинга, аналитических средств контроля за элементным составом и валовым содержанием металлов, как в рудах месторождения, так и продуктах обогатительного и металлургического переделов. Экологический мониторинг в ПО «Жезказганцветмет» осуществляет геофизическая служба Рудоуправления по двум направлениям: рентгенорадиометрическое опробование забоев, уступов, руды в навале отбитой горной массы, буровых шламов из шпуров – РРОЗ; рентгенорадиометрический анализ истертых вагонных, забойных, керновых проб, проб бурового шлама скважин – РРАП. Контроль за добычей свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд на шахтах посредством РРОЗ выполняется с 1977 года, но в контексте контроля за Pb РРОЗ стало эффективным с 1980 года (переход на аппаратуру РРК-103 «Поиск», РРОЗ на Cu и Pb) и высокоэффективным с 1998 года (переход на аппаратуру РПП-12, РРОЗ на Cu, Pb, Zn).

Контроль за добычей посредством РРАП выполняется с 1987 года: аппаратура БАРС-3 (4 элемента: Cu, Pb, Zn, Fe), РАЛ-М1М (1990 г; 8 элементов: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Ba, As), РЛП-21 (1998 г; 13 элементов: Cu, Pb, Zn, Fe, Ba, As, Mn, Sr, Ti, Ca, Y, Rb, K), РЛП-21 (2000 г; 21 элемент: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Sr, Ba, Mn, Ti, Rb, Ca, Ni, Co, Cr, As, Zr, Se, Mo, W, Sn, Sb, Bi, V, Y, Nb, Pd, K); РЛП-21 (2006 г; 34 элемента: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, As, Ba, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, In, Sn, Sb, Ta, Bi, W, U, Th); РЛП – 21Т (2010 г; 31 элемент: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Mo, Fe, Se, As, Ba, W, Bi, Ti, Cr, Mn, V, Ni, Al, Si, S, Ca, Ga, Br, Sr, Zr, Rb, Y, Nb, Pd, U, Th в одном режиме без применения вакуумного насоса или инертного газа при анализе на легкие элементы).

Портативный полевой энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр (EDXRF) РПП-12 (Ефименко, 2008) производится ТОО «Аспап Гео» (г. Алма-Ата, Казахстан) позволяет определять содержание в рудах четыре (Cu, Pb, Zn, Fe) элемента. Конструктивно, РПП-12 состоит (рис. 1) из датчика, устройства регистрации и обработки (УРО) и комплекта подъёмных штанг. Другие данные: источник ионизирующего излучения типа плутоний – 238; пропорциональный детектор излучений; масса: датчика – 1.0 кг, электронного блока – 0.5 кг; число каналов

преобразования – 1024; буфер памяти – 1000 спектров; время измерения в точке наблюдения – 10 сек; число одновременно определяемых элементов – 4, время работы на Ni – Mn аккумуляторах – 48 ч. Спектрометр РПП–12 зарегистрирован в Реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Сейчас только в ПО «Жезказганцветмет» в эксплуатации находятся 18 комплектов РПП-12, а ежегодный объем РРО забоев на медь, цинк и свинец доходит до 245000 м сечений. Порядок РРО забоя показан на рис. 1в.

Каждый забой или уступ, включенный в план–график добычи руды и металла, в течение месяца, опробуется от 3 до 7 раз по 1-2 вертикальным сечениям высотой до 7 м с шагом наблюдений 15÷20 см.

С внедрением РПП-12 на геологические разрезы всех нарезных и горно-подготовительных выработок, очистных забоев, уступов и камер в обязательном порядке выносятся содержания Cu, Pb и Zn. Частота РРО забоев, уступов, проходческих штреков резко возросла (на руднике Жомарт, например, забои опробуются после каждого цикла).



а



б



в

Рис. 1. Носимый спектрометр РПП–12 (а), блок обработки информации (б), порядок РРО забоя со спектрометром РПП–12 (в)

В результате геологи и горняки имеют полную картину о характере распределения свинцового и цинкового оруденения в добычных панелях и блоках, а также в горноподготовительных выработках, а отгрузка руды из забоев и блоков в капитальные рудоспуски ведётся строго по технологическим сортам, поэтому полиметаллическая руда не попадает в сорт «медная сульфидная» и не ухудшает качество медного концентрата, а руда «медная сульфидная» не попадает в полиметаллическую, следовательно, медь не перекачивается в низкосортные марки медного концентрата; существенно снижено негативное воздействие антропогенной нагрузки на природные экосистемы городов Жезказган и Сатпаев.

Лабораторный EDXRF спектрометры РЛП–21 и РЛП–21Т также производятся ТОО «Аспап Гео» (Ефименко, 2009) (г. Алма-Ата, Казахстан) и позволяют определять содержание в порошковых пробах руд 34 и 31 элемент, соответственно (рис. 2).

РЛП-21 – это: Si–Li полупроводниковый детектор площадью 100 мм² (охлаждение – жидкий азот); изотопные источники америций – 241 типа ИГИА-3М (4-6 шт.); мишень (Ba, Cs); экспозиция измерений 415 сек; облучение кюветы с пробой – снизу, турель на 10 кювет.



а



б

Рис. 2. Спектрометры РЛП–21 (а) и РЛП–21Т (б)

РЛП-21Т – это: дрейфовый полупроводниковый детектор (SDD) площадью около 25 мм² и толщиной 300-500 микрон (охлаждение – термохолодильник Пельтье); рентгеновская трубка VF-50J

Rh (50 Вт) фирмы Varian Medical Systems (США); экспозиция измерений 150 сек; облучение кюветы с пробой – сверху; турель на 9 кювет. Детектор обеспечивает разрешение 150 эВ по линии 5.9 кэВ при загрузке 100 кГц. Мишень из теллура. Время формирования импульса 1.6 мкс. Сигнал полностью оцифровывается. Режим поддержания на постоянном и высоком (90000имп/с) уровне загрузки спектрометрического тракта. По специальному заказу РЛП-21Т может быть оснащен опцией (РРА на Re). Данная опция позволяет определять 19 элементов: Re, Ge, Cu, Zn, Pb, K, Ca, Ti, Cr, V, Mn, Fe, Co, Ni, As, Se, Ba (оценка), S (оценка), W при экспозиции измерений 500 с.

Общими для РЛП-21 и РЛП-21Т являются: спектрометрическое устройство (микропроцессор DS5002FP, программируемая логическая интегральная схема типа FPGA), блок управления, механизм перемещения турели, компьютер и принтер. Наиболее важным элементом архитектуры обоих спектрометров является уникальный по сложности и возможностям пакет специализированных прикладных программ (ПСПП), в котором реализована идеология: «месторождения – разные, градуировка спектрометра – одна».

Благодаря спектрометрам РЛП-21 и РЛП-21Т удалось:

1. Организовать эффективный контроль за содержаниями ТМ и других экологически проблемных элементов в вагонных пробах товарной руды шахт, геологоразведочных пробах, шпуровых пробах, пробах бурового шлама взрывных скважин карьеров.

2. Организовать (с 2001 г.) мониторинг элементного и валового состава промпродуктов Сатпаевской обогатительной фабрики № 3 (СОФ-3). В процессе мониторинга по каждому продукту (исходная руда, отвальный хвост, медный концентрат) отстроены и постоянно обновляются динамические ряды среднесуточных и среднемесячных содержаний Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Ti, W, Bi, As, Si, S, Al, а также показателя Cu+Pb+Zn. Эти ряды несут очень интересную информацию, как для планирования содержаний металлов на перспективу и экспертизы фактов резкого изменения поведения того или иного металла, так и для прогноза экологической ситуации. Например:

а) было автоматически зафиксировано «событие», идентифицированное, как «замена поставщика руды на СОФ-3». На временном промежутке 8 ÷ 31.02.2012 г., динамические ряды наблюдаемых металлов указали на резкое увеличение содержаний меди, свинца и кадмия в исходной руде при одновременном снижении содержаний цинка и серебра. Аналогичные изменения претерпели содержания этих металлов в отвальных хвостах. Обращение в ОТК прояснило картину: с 8 по 31.02.2012 г. на СОФ-3 поступала на переработку руда с рудника Жаман-Айбат.

б) В ноябре 2012 года среднемесячное содержание железа в медном концентрате составило 10.84%. Обращение к динамическому ряду железа показало, что аналогичные и даже более высокие содержания железа наблюдались с июня 2010 г. по апрель 2011 г. При этом, в обоих случаях поения уровня содержания железа в исходной руде не зафиксировано. Это информация для аналитиков.

3. Установить присутствие стронция в рудах месторождения Таскура. Переработка таскуринских руд производилась на обогатительных фабриках № 1 и № 2 г. Жезказгана. Оценка возможных экологических рисков для населения города от присутствия в перерабатываемых рудах сопутствующих компонентов сделана не была. В процессе ежедневного (с 01.05.2008 г.) мониторинга на спектрометрах РЛП-21 истертых проб зерна разведочных скважин и проб товарной руды, во всех пробах руд и пород месторождения установлены повышенные содержания стронция. Максимальное наблюдаемое содержание стронция составило 5.14%. Проведенными исследованиями было показано: а) корреляция между содержаниями стронция и меди отсутствует; б) в ряде проб установлены промышленные содержания тантала (до 220 ppm); в) промышленно значимых содержаний других сопутствующих элементов не обнаружено; г) руды месторождения являются бедными на серебро; д) коэффициент корреляции между медью и серебром $K_{Cu(Ag)} = 0.975$; е) коэффициент удельного содержания серебра $K_{уд} = C_{Ag} (ppm) / C_{Cu} (\%) = 5.04$.

4. Мониторинг руд месторождений Жезказган и Жаман-Айбат выявил случаи не традиционного поведения кадмия (из литературных источников известно, что основным минералом-концентратом кадмия на этих месторождениях является сфалерит), что должно насторожить экологов. В частности:

а) РРАП руд карьера Анненский-3, разрабатывающего залежь Анненская-4 – I месторождения Жезказган, показал (табл. 1), что в пробах № 3738 и № 3749 при практически одинаковых содержаниях цинка, содержания кадмия отличаются в 14 раз.

Таблица 1

Результаты РРА проб руд карьера Анненский-3

№ проб	Содержание элементов, % (* - ppm)						
	Cu	Pb	Zn	Ag*	Cd*	Fe	Sr*
3738	16.12	1.42	1.72	240.9	147.0	5.14	88
3749	7.45	0.18	1.83	80.5	2052.0	4.74	260
3740	0.65	0.24	2.48	10.3	523.9	3.81	240
3765	1.06	0.61	4.57	4.2	472.8	3.35	210
3764	11.44	0.41	0.92	144.7	563.5	3.92	1100

б) ПРАП руд рудника Жомарт (месторождение Жаман–Айбат) показал, что при практически полном отсутствии цинка ($0.014 \div 0.021\%$) и содержаниях меди до 1.4% содержания кадмия варьируют в пределах $4.5 \div 7.5$ ppm; с ростом содержания меди в рудах пропорционально растет и содержание кадмия, достигая уровня $80 \div 93.5$ ppm при $C_{Cu} = 3.5\%$.

5. Спектрометры РЛП-21 и РЛП-21Т определяют также во всех пробах содержания урана и тория, что позволило организовать постоянный экологический мониторинг на эти элементы. О его качестве можно судить по результатам ПРАП на спектрометре РЛП-21Т ГСО-4322-ДВГ: уран – 16.2 ppm (ГСО – 17.0 ppm), торий – 38.4 ppm (38.0 ppm), медь – 0.0045% (0.0040%), свинец – 0.014% (0.010%), марганец – 0.059% (0.062%), никель – 0.0007% (0.0007%), мышьяк – 0.055% (0.060%), хром – 0.0042% (0.0047%), титан – 0.0054% (0.0070%), молибден – 0.027% (0.026%), рубидий – 0.16% (0.15%).

6. С помощью спектрометров РПП-12 и РЛП-21 (РЛП-21Т, РЛП-21ТЖ) удалось организовать эффективный экологический мониторинг на таких сложных, характеризующихся большим размахом содержаний всех промышленных и мешающих компонентов, полиметаллические месторождения, как золото-медно-порфировое месторождение Нурказган (Cu, Au, Ag, Mo, Se, S), колчеданно-медно-свинцово-цинковые месторождения Кусмурын (Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Cd, Se, Te, S) и Акбастау (Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Cd, Se, S, Te), золото-колчеданно-медно-свинцово-цинковое месторождение Абыз (Pb, Zn, Cu, Au, Ag, S, Se, Te, Cd, In, Hg), Саякская группа медно-скарновых месторождений (Cu, Mo, Fe, Au, Ag, Bi, Te, Se, Re), медно-порфировое месторождение Шатырколь (Cu, Mo, Au, Ag, Te, Se, U), а также на Балхашской, Нурказганской и Карагайлинской обогатительных фабриках, перерабатывающих руды этих месторождений.

7. Выборочный мониторинг посредством ПРАП руд ряда горных предприятий Восточного Казахстана (табл. 2) также дал важную информацию для экологов.

Таблица 2

Результаты ПРАП руд Артемьевского месторождения (ГСО-6587: числ. – х/а, знам. – ПРАП)

№ проб	Содержание элементов, % (* - ppm)								
	Pb	Zn	Cd*	Sb	Sr*	Co*	S	As	Se*
Д- 1	0.98	1.93	145.4	0.11	16	140	13.2	0.06	32.6
Д-2	1.49	3.12	240.3	0.20	26	63	13.7	0.08	46.6
Д-4	0.62	1.43	95.5	0.14	30	200	14.0	0.07	15.4
В-88	0.13	0.34	20.7	0.04	82	2200	49.8	0.11	38.8
К-1	1.87	3.09	153.7	0.10	560	108	7.7	0.04	0
К-2	0.82	1.46	60.8	0.04	630	210	5.8	0.02	0
ГСО-6587	2.86	2.72	120.0	0.012	6900		11.5	0.02	
	2.83	2.68	121.2	0.013	7000		11.1	0.02	

Таким образом, огромная медная корпорация Казахстана стала работать с использованием ядерно-геофизических технологий в качестве основного инструмента не только геологического, но и экологического мониторинга горных работ, что позволило минимизировать не только прямой экономический ущерб от попадания комплексных руд в сорт «медная сульфидная», но и существенный экономический и экологический ущерб от такого смешивания; существенно расширить список элементов, входящих в информативную базу экологического мониторинга руд на всех разрабатываемых месторождениях; решить аппаратный аспект проблемы геологического и экологического мониторинга не выходя за рамки программы Республики Казахстан по импортозамещению.

Литература

1. Ефименко С.А., Портнов В.С., Турсунбаева А.К., Маусымбаева А.Л. Ядерно-геофизические технологии контроля экологических последствий от добычи медьсодержащих полиметаллических руд // Труды Карагандинского государственного технического университета, 2011. № 3 (44). С. 55-58.
2. Ефименко С.А., Лезин А.Н. Рентгенорадиометрический полевой прибор РПП-12 // Приборы и техника эксперимента, 2008. № 5. С. 161-162.
3. Ефименко С.А., Лезин А.Н. Рентгенорадиометрический лабораторный прибор РЛП-21 // Приборы и техника эксперимента, 2009. № 1. С. 180-181.
4. Ефименко С.А. Аппаратура для мониторинга элементного состава полиметаллических руд // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА, Одесса, Украина), 2009. № 2 (80). С. 16-20.

Зобков М.Б.

*Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
duet@onego.ru*

ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ГУМУСНОСТИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Территория Республики Карелия характеризуется высокой плотностью озерно-речных систем и малой хозяйственной освоенностью. Наиболее актуальной задачей здесь является оценка природной составляющей качества воды. Вместе с тем, труднодоступность и большое число водных объектов не позволяет провести их комплексное изучение. В связи с этим важной задачей является разработка методов дистанционной оценки природного качества воды и её прогнозирование на основе картографической информации и данных дистанционного зондирования Земли. В связи со значительной заболоченностью территории Республики одним из основных показателей качества воды расположенных здесь водных объектов является содержание аллохтонного органического вещества, привнесенного с водосбора.

Для поиска взаимосвязей химического состава воды с особенностями водосборной территории предлагается использовать новую методику, базирующуюся на применении ГИС. Данная методика позволила установить связь между морфометрическими характеристиками водосбора с гумусностью воды на основе модельной группы разнотипных озер Карелии и определить гумусность воды некоторых озер из тестовой группы. В качестве модельных объектов были выбраны 8 разнотипных озер, на которых проводились сезонные измерения в 2011-2012 гг., в качестве тестовых – 17, на которых осуществлялся отбор проб в летний период 2011 гг.

Работы в этом направлении предпринимались Jan-Olov Andersson and Lars Nyberg в 2008-2009 гг., где исследовалось влияние водосборной территории на содержание растворенного органического углерода и другие химические показатели качества воды в водотоках. Авторам удалось получить высокие корреляции для некоторых из этих показателей для водосборов площадью от 1.5 до 4 км² (Andersson, Nyberg, 2009), в то время как для меньших водосборов (от 0.5 до 1.5 км², (Andersson, Nyberg, 2008)) значимых связей найти не удалось.

В данном исследовании в качестве объектов изучения нами были выбраны озера, поскольку они являются более инертными системами, нежели водотоки, что способствует более плавным изменениям в химическом составе их вод, и гарантирует получение репрезентативных результатов при сезонном графике отбора проб. Критерий выбора объектов для нашего исследования также принципиально отличался от подхода шведских исследователей. Вместо деления по площади водосбора, имевшего место у Jan-Olov Andersson и Lars Nyberg, в качестве основных критериев отбора нами были выбраны химические показатели воды озер, водосборную территорию которых мы и рассматривали в дальнейшем.

Число озер, расположенных на территории Республики Карелия, по разным подсчетам достигает 60 000, каждое из которых в своем роде индивидуально по химическому составу воды. Поэтому выбор ограниченного числа водных объектов, в полной мере отражающих их природное разнообразие является не тривиальной научной задачей. Объекты для этого исследования выбирались

с учетом многих факторов, таких как степень антропогенного влияния, доступность, удобство для проведения полевых исследований и др. Однако, основным требованием являлось максимальное отражение всего разнообразия химических типов поверхностных вод региона в конечной выборке доступных для обследования водных объектов.

Основным источником информации для выбора объектов исследования послужила база данных о химическом составе воды 522 озер. Исходные данные о химическом составе воды были обработаны с помощью программы для ЭВМ «Автоматизированная информационная система Обработка гидрохимической информации и оценка состояния водных объектов» (Зобков, 2010), в результате чего была проведена геохимическая классификация всех занесенных в базу озер по щелочности, гумусности и уровню трофии (Лозовик, 2013). С учетом разработанных требований было выбрано 23 озера максимально отличающихся по этим трем показателям. На них был проведен отбор проб в летний период 2011 г. Для сезонных исследований в 2012 г. в связи со значительным увеличением числа проб, список водных объектов был сокращен до 8, при этом для сохранения полноты выборки при отборе водных объектов использовались данные химического анализа проб воды, полученные летом 2011 г. Водные объекты, на которых проводились сезонные измерения, вошли в модельную группу озер, а озера, где пробы отбирались только в летний период – в тестовую. Позже тестовая группа озер была дополнена еще двумя водными объектами, отбор проб на которых был проведен в тот же период.

Основным источником данных о строении водосборной территории являлась цифровая модель рельефа (ЦМР), построенная методом дистанционного зондирования Земли с разрешением 30 м (USGS DEM), а также растровые топографические карт местности масштаба 1:100 000 и векторные карты масштаба 1:200 000. Обработка картографического материала проводилась с помощью ГИС ESRI MapGIS с пакетом SpatialAnalysis (тестовая версия), что позволило установить такие морфометрические характеристики водосбора как площадь и средний уклон (табл. 1, 3). Верификация контуров водосборных бассейнов проводилась на основе топографической карты масштаба 1:100 000. Площадь, занимаемая болотами и озерами на каждом из водосборных бассейнов, была определена с использованием векторных слоев оцифрованных с карты масштаба 1:2000000.

Таблица 1

Основные характеристики водосборной территории группы модельных водных объектов

Название озера	Кадастровый №	Средняя глубина	Площадь водосбора, км ²	Площадь болот, км ²	Площадь озер, км ²
Салонъярви	1639	3.9	1838.00	291.30	182.3
Вегарус	1645	4.4	160.10	31.68	16.66
Крошнозеро	1695	5.7	190.90	4.08	24.64
Святозеро	1728	6.8	50.93	0.67	13.06
Урозеро	1750	12	20.52	0.80	14.15
Урос	1803	2.9	6.84	0.40	4.347
Вендюрское	1804	6.1	92.80	13.57	22.55
Яндомозеро	1858	4.3	113.40	14.57	32.6

В качестве показателя, характеризующего содержание аллохтонного органического вещества, была выбрана гумусность воды, рассчитываемая по следующей формуле:

$$Hum = \sqrt{ЦВ \cdot ПО},$$

где ЦВ – цветность воды, ПО – перманганатная окисляемость. Данный показатель был введен для объединения двух независимых характеристик, отражающих общую концентрацию аллохтонного ОВ в воде (Лозовик, 2006). Данные по гумусности воды водных объектов тестовой и модельной групп приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Гумусность воды группы модельных озер в различные сезоны года

Название озера	Весна	Лето	Осень	Зима
Салонъярви	55.60	46.93	79.21	68.19
Вегарус	47.92	38.70	52.21	41.66
Крошнозеро	29.58	26.51	23.74	33.70
Святозеро	11.78	15.75	9.20	9.25

Урозеро	3.39	3.36	6.44	3.23
Урос	6.18	5.79	6.98	3.77
Вендюрское	15.19	12.51	13.08	8.84
Яндомозеро	10.32	13.25	27.31	11.95

Таблица 3

Основные характеристики водосборной территории и гумусность группы модельных водных объектов

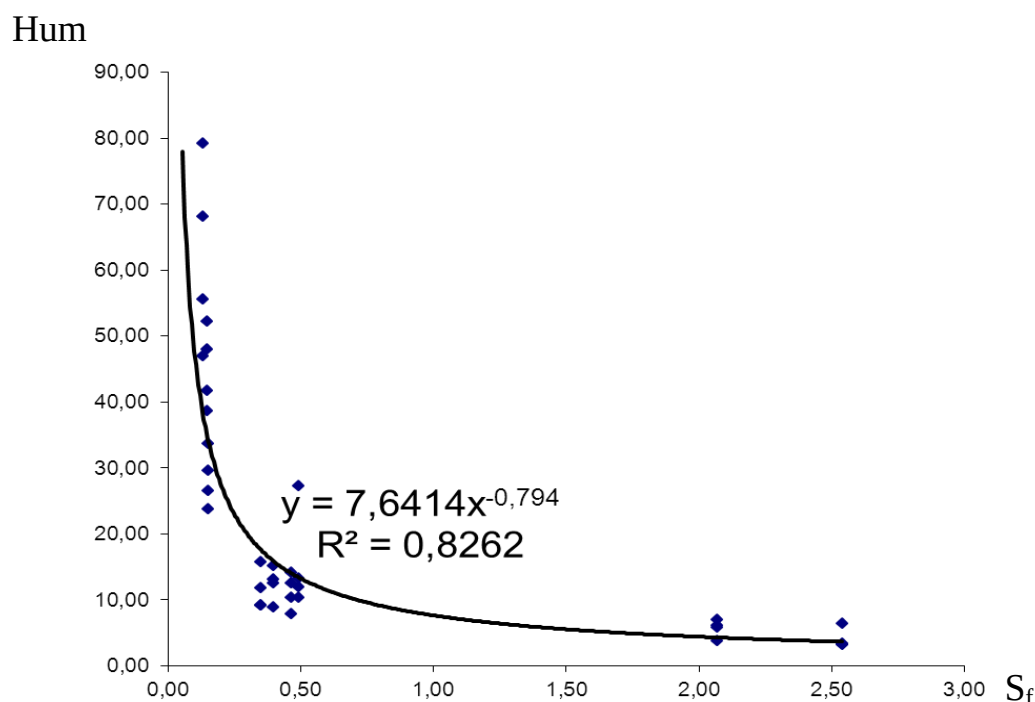
Название озера	Кадастровый №	Средняя глубина, м	Площадь водосбора, км ²	Площадь болот, км ²	Площадь озер, км ²	Hum
Лутляярви	1660	1.5	142.00	17.81	14.71	34
Ягляярви	1661	3	94.52	12.48	11.41	32
Иля-Кялькяярви	1665	1.5	17.75	2.60	1.63	54
Кивач	1700	1.7	85.47	10.85	6.70	52
Палват	1704	1	106.10	15.45	7.56	54
Н.Ротчезеро	1721	2.5	25.43	4.57	3.928	33
Кутиж-озеро	1735	2	123.70	19.60	5.799	98
Мунозеро	1741	14.4	63.19	4.55	17.2	4
Сандал	1831	9.7	6779.00	995.20	947.60	21
Габозеро	1833	1.5	12.24	5.27	3.21	21
Чучъярви	-	4	6.71	1.38	1.24	7
Леликозеро	-	2	6.75	0.00	1.58	6
Ковер-ярви	-	3	9.24	1.19	1.53	34
Падмозеро	1859	4	101.30	16.76	11.66	16
Салонъярви	1639	3.9	1838.00	291.30	182.3	37
Валгомозеро	1863	8.8	12.50	0.00	3.975	5
Лижемское	1730	6.8	14.36	0.07	4.702	9

Большинство исследователей отталкивались от предположения, что основное влияние на привнесение аллохтонного органического вещества с водосборной территории оказывают болота, с которых поступают воды с высокими значениями ЦВ и ПО, и соответственно, гумусностью. Однако по нашим данным значимой корреляции между коэффициентом заболоченности водосбора и гумусностью не наблюдалось ($R^2=0.21$). В связи с этим мы отошли от общепринятого представления и провели поиск корреляционных зависимостей для других факторов, которые могли бы повлиять на гумусность воды. В частности средний уклон водосбора, а также средний уклон его негоризонтальной поверхности (водосборной территории за вычетом площадей болот и озер), отношение площади всех болот на водосборе к площади всех озер к объему воды в исследованных озерах (на основании расчетных данных о площади и справочных данных о средней глубине), а также их различные комбинации.

Наибольший коэффициент корреляции ($R^2=0.83$) был получен для следующей комбинации характеристик водосбора:

$$S_f = \frac{S_{wat}}{S_{wh} - S_{wat} - S_{mash}}$$

где S_{wat} – площадь всех водных объектов на водосборе, S_{wh} – площадь водосборной территории, S_{mash} – площадь всех болот на водосборной территории. Если внимательно рассмотреть данную формулу, и учесть, что площадь поселений и сельхозугодий на рассматриваемых водосборах пренебрежимо мала, можно принять что знаменатель является ничем иным, как площадью территории водосбора, покрытой лесом. Таким образом, коэффициент S_f будет выражать отношение площади водных объектов, находящихся на водосборе рассматриваемого озера к площади лесов. Данная зависимость имеет экспоненциальный характер (рисунок).



Зависимость гумусности воды от коэффициента S_f для модельной группы озер

Учитывая это можно предположить, что болота выполняют лишь роль аккумуляторов органического вещества, в то время как его основным источником являются участки водосбора, покрытые лесом. Данное предположение выглядит логичным и с точки зрения общей биологической продуктивности болот и лесов – для вторых она на порядок больше. Вместе с тем малая площадь озер на водосборе способствует быстрому выносу ОВ с его территории, в то время как на водосборах с большой озерностью происходит его частичная ассимиляция.

Данная зависимость была проверена на группе модельных водных объектов. Результаты расчета приведены в таблице 4. Как видно из таблицы 4 наибольшее отклонение расчетного показателя гумусности от наблюдаемого составило около 25 ед. для высокогумусного озера Кутиж-озеро, в то время как относительная погрешность была наибольшей для низкогумусных водных объектов: для них расчетные значения превышали наблюдаемые до 2.5 раз. Вместе с тем дисперсия в разности предсказания составила 10 единиц гумусности, что можно считать хорошим результатом. Также необходимо учесть, что данная зависимость получена для сезонных наблюдений, и отображает среднее значение гумусности за сезон, в то время как на группе тестовых озер отбор проб осуществлялся только в летний гидрологический сезон, в который, как правило, содержание растворенного органического вещества в воде несколько ниже.

Территория Республики Карелия отличается от центральных широко освоенных районов России высокой озерностью и незначительной степенью антропогенного влияния на эти водные объекты. С другой стороны, природное качество воды в них в значительной степени различается. Основной причиной этого различия является широкая изменчивость условий формирования водного стока с водосборной территории.

Таблица 4

Сравнение реальных значений гумусности воды с расчетными для модельной группы озер

Название озера	S_f	Hum, расч.	Hum, набл.	Разность	% откл.
Салонъярви	0.13	38	37	-0.32	1
Яглярви	0.16	32	32	-0.86	3
Палват	0.09	51	54	3.08	6
Кивач	0.10	48	52	4.36	8
Лугларви	0.13	38	34	-3.22	9
Иля-Кялькяярви	0.12	41	54	12.74	24
Кутиж-озеро	0.06	72	98	25.26	26

Н.Ротчезеро	0.23	24	33	8.98	27
Ковер-ярви	0.23	24	34	9.44	28
Сандал	0.20	28	21	-7.07	34
Крошнозеро	0.15	34	24	-9.98	41
Лижемское	0.49	13	9	-4.87	57
Габозеро	0.85	9	21	12.13	58
Падмозеро	0.16	33	16	-17.14	110
Чучъярви	0.30	20	7	-12.54	175
Леликозеро	0.30	20	6	-13.24	207
Валгомозеро	0.47	14	5	-9.48	209
Мунозеро	0.42	15	4	-10.95	248

Предлагаемый здесь подход позволил установить некоторые закономерности в формировании гумусности воды для обширной территории региона (на примере Республики Карелия), в результате чего была создана модель, позволяющая с достаточной степенью вероятности прогнозировать гумусность как одну из составляющих природного качества воды озер по цифровой модели рельефа и другой картографической информации. Важным фактором является то, что данный подход может быть алгоритмизирован и расширен на другие показатели её качества, что позволит в дальнейшем создать геоинформационную систему прогнозирования природного качества воды.

Литература

1. *Зобков М.Б.* А.с. 2010612351 РФ на программу для ЭВМ Автоматизированная информационная система «Обработка гидрохимической информации и оценка состояния водных объектов (АИС «ОГХИ»)» от 31.04.2010 / *Зобков М.Б.* // Бюл. RU ОБПБТ, 2010. № 2 (71). С. 563.
2. *Лозовик П.А.* Геохимическая классификация поверхностных вод гумидной зоны на основе их кислотно-основного равновесия // *Водные ресурсы*, 2013. Т. 40. № 6. С. 583-593.
3. *Лозовик П.А.* Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию // Автореф. д.х.н. М., 2006. 60 с.
4. USGS DEM. The National Map – Elevation. <http://nationalmap.gov/elevation.html>. Электронный ресурс.
5. *Andersson J.-O., Nyberg L.* Using official map data on topography, wetlands and vegetation cover for prediction of stream water chemistry in boreal headwater catchments // *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 13. 2009. P. 537–549.
6. *Andersson J.-O., Nyberg L.* Spatial variation of wetlands and flux of dissolved organic carbon in boreal headwater streams // *Hydrol. Process.* 22, 2008. P. 1965–1975.

Ильминских Н.Г.¹, Таратынов Д.В.², Иванова А.Г.²

¹Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск

²Тобольская государственная социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева, г. Тобольск
ilminskikh@mail.ru

ТЕХНОГЕННЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ ПОЧВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ НА СЕВЕРЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И РЕМЕДИАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Добыча жидких углеводородов сопряжена с различными экологическими проблемами, из которых важнейшая – аварийные разливы нефти. Эта проблема хорошо известна, и для её решения разработаны и запатентованы разные технологические способы (Гатина, 2010). Между тем, аварийным разливам нефти на месторождениях нередко сопутствует также разлитие пластовых минерализованных вод (ПМВ). Этой проблеме уделяется значительно меньше внимания, хотя она в экологическом отношении более значима.

Как известно, при добыче жидких углеводородов из недр Земли наверх поступают так называемые флюиды, т.е. нефть (в среднем около 10%) и ПМВ (в среднем около 90%). После процесса сепарации товарная нефть поступает по трубопроводам на нефтеперегонные заводы (НПЗ), а ПМВ закачиваются обратно в нефтенесущий пласт (для поддержания пластового давления, а также для решения экологических проблем) (Ильминских, Саламатова, 1997, 1998).

ПМВ – это очень агрессивные жидкости, растворы (вернее, даже рассолы) различных солей (прежде всего KCl, NaCl и др.). Они разъедают трубы, особенно на местах их стыков, около вентилей

и т.п., и часто изливаются. При их аварийных разливах в начале, в связи с большим давлением, происходит фонтанирование.

В результате происходит засоление почв, поверхностных и грунтовых вод – так называемый техногенный галогенез.

Техногенное засоление ландшафтов (равно экосистем) особенно опасно для территорий с промывным режимом увлажнения, т.е. для северных природных зон. Их биота совершенно не адаптирована к воздействию солей, и разлитие ПМВ для неё представляет экологическую катастрофу. В высоких широтах проблема усугубляется тем, что метаболизм северных экосистем происходит намного медленнее, чем южнее расположенных.

Как сами процессы техногенного галогенеза на северных территориях, так и технологические приемы решения этой проблемы практически не разработаны, как показывают результаты библиографического и патентного поиска (Ильминских, Козловская, 2000; Козловская, 2001).

Априори, очистка почвы от солей может быть произведена только в трех направлениях:

- 1) вниз (путем промывания);
- 2) перевод их в инертное, то есть нерастворимое состояние (посредством гипсования и др.);
- 3) вверх (путем выкачки их в жидком, растворенном виде).

Первый способ, в целом может быстро решить проблему, но «загоняет её в глубь»: при промывании возникает широкий ореол загрязнения грунтовых вод, которое само по себе, представляет ещё более сложную экологическую и экономическую проблему. Второй способ имеет те недостатки, что он, во-первых, исключительно дорогостоящий (поскольку химические ингредиенты приходится доставлять издалека и, как правило, авиатранспортом) и, во-вторых, экологически далеко не безупречный, так как происходит привнос в экосистемы чужеродных веществ; кроме того, полученные инертные вещества со временем все равно постепенно распадаются в силу неустойчивого характера образовавшихся новых химических соединений. Самым экологичным и экономичным способом рассоления почв при рекультивации или ремедиации является их изъятие вверх посредством применения солелюбивых растений – галофитов.

Для целей рекультивации целесообразно использовать галофиты, которые должны:

- успешно произрастать в более северных, чем их естественный ареал, регионах;
- быстро расти;
- давать большую вегетативную массу, т.е. обладать большим ростом;
- быть однолетними растениями.

В течение 2013 г. (зима, весна, лето, осень) на НИС «Миссия-2» Тобольской комплексной научной станции УрО РАН (Червянский холм в 2-х км юго-западнее с.Горнослинкино Уватского района Тюменской области) проводились широкомасштабные полупроизводственные эксперименты по моделированию процессов техногенного галогенеза с разработкой технологического алгоритма рекультивации и ремедиации.

На 6 экотопах (суходольный плакорный луг на вершине холма, молодой разнотравный березняк-жердняк на месте бывшего сенокосного луга близ вершины холма, суходольный злаково-разнотравный луг на южном склоне холма, дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом почвы, темнохвойная (кедр, ель, пихта) осочковая тайга близ вершины холма на подзолистых со вторым гумусовым горизонтом почвах, сосняк орляковый мертвopoкpoвный на дерново-подзолистых супесчаных почвах на западном склоне холма, осоково-кочкарное низинное болото с мелколесьем (сосна, береза, ивы) на болотных глееватых почвах).

На этих экотопах всего было заложено 180 площадок 2x2 м, в т.ч. 144 экспериментальных и 36 контрольных. На экспериментальных площадках производилось разлитие предварительно подготовленного раствора, имитирующего химический состав Мишкинского месторождения нефти в Удмуртии (см. табл. 1.) из расчета на 1 кв. м: 2 л ($\Sigma=8$ л) и 8 л ($\Sigma=32$ л) с повторностями, на контрольных площадках производилось разлитие местной природной речной воды. Разлития производились во все сезоны года.

Таблица 1

Химический состав раствора ПМВ Мишкинского месторождения нефти
(Варейский горизонт) в Удмуртии (Саламатова, 2002)

Год	Содержание ионов, г/л (усредненные данные)							Плотность, кг/м ³
	Минерализация	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	
1985	255.06	66.6	21.2	6.8	159.5	0.6	0.3	1.18

1991	262.32	76.3	17.0	5.1	162.9	0.4	0.1	1.17
1997	183.51	54.3	12.8	2.4	112.7	0.9	0.3	1.12
2001	119.9	30.6	9.2	1.1	74.4	1.3	0.15	1.08

В зимний сезон (февраль) производились замеры мощности снежного покрова, плотности снега, скорости вертикальной и латеральной миграции разливаемого раствора (т.е. ПМВ) в слое снега (см. рис. 1.).

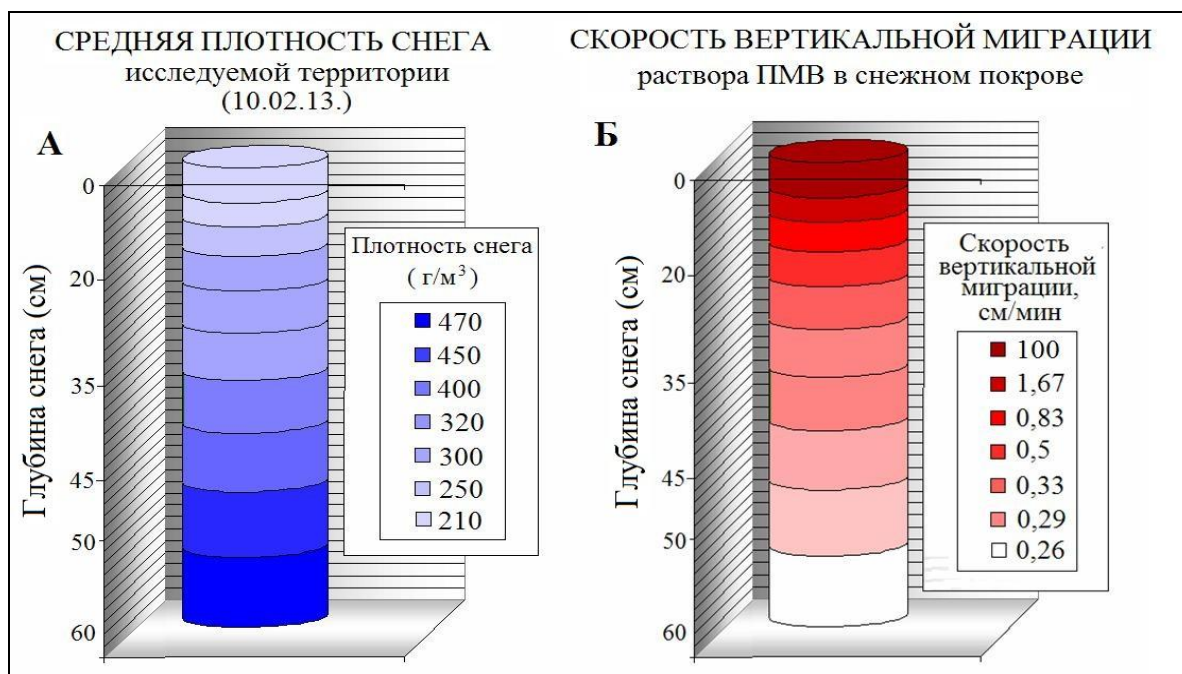


Рис. 1. Средняя плотность снега (А) и скорость вертикальной миграции (Б) ПМВ в снежном покрове (Таратынов, Ильминских, 2013)

В летний сезон производились отборы почвенных проб и фитомассы растений как на экспериментальных, так и контрольных площадках, а также посев семян растений- галофитов (*Atriplex sagittata* Borkh. - Лебеда стреловидная, или лоснящаяся, *Atriplex patula* L. - Лебеда раскидистая, *Chenopodium urbicum* L. - Марь городская, некоторые виды рода *Aster* - Астра, и др.).

В осенний сезон были проведены очередные разлития и подзимний посев семян галофитов.

Почвенные пробы анализировались, прежде всего, на содержание хлоридов методом титриметрии (Ковальчук и др., 2010). Фитомасса растений отбиралась на всех площадках посредством среза до уровня почвы с 1 дм² с 3-х кратной повторностью. Материалы находятся в камеральной обработке. Некоторые результаты приведены в табл. 2. и рис. 2.

Таблица 2

Концентрация ионов СГ в почвах Червянского холма спустя 3 месяца после летних разливов ПМВ, мг/л

	Экотопы					
	плакорный суходольный луг	суходольный луг южной экспозиции	молодой березовый лес	темно- хвойная тайга	сосновый лес	низинное болото
Контроль, 2 л/м кв.	-	-	-	-	-	31,06
Контроль, 8 л/м кв.	17.75	-	-	-	-	-
Эксперимент, 8 л/м кв.	71.00	53.25	31.95	79.88	31.95	53.25

Эксперимент, 8 л/м кв.	55.03	-	-	-	-	-
---------------------------	-------	---	---	---	---	---

Из представленных результатов (рис. 1) следует, что с увеличением плотности снежного покрова, высота которого на 10 февраля 2013 года составляла 60 см, уменьшается скорость вертикальной миграции раствора ПМВ. Однако, в слое глубиной от 30 до 40 см скорость вертикальной миграции не меняется, как это происходит в других слоях через каждые 5 см. Это объясняется небольшой «залежалостью» снега на уровне 35-36 см (слой до 1 см) вследствие ясной погоды и отсутствия снегопадов в соответствующий период формирования снежного покрова на территории.

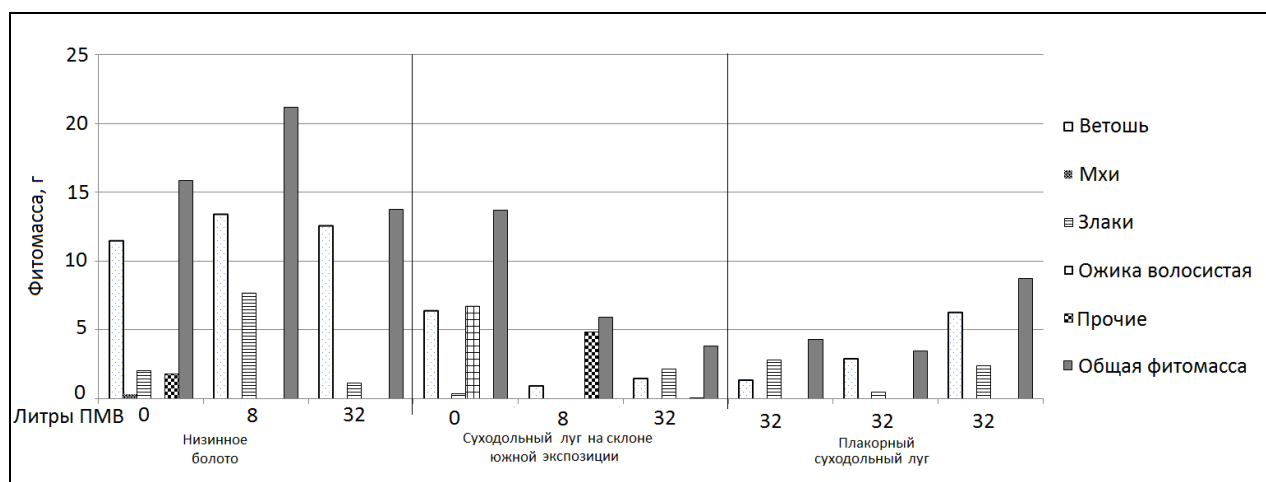


Рис. 2. Фитомасса мхов и травянистых растений на контрольных и экспериментальных площадках

Но есть и другая особенность вертикальной миграции ПМВ в снежном покрове: скорость фильтрации снега раствором достигает значения 1.6 см/мин. (без учета самого первого слоя, подвергающегося механическому давлению струи при разливе), в то время как скорость фильтрации природной воды достигает 3.6 см/мин. Это объясняется меньшей проникающей способностью ПМВ, содержащего в себе большое количество солей и углеводов, которые задерживаются между кристаллами снега. Вместе с тем это может обуславливать большую интенсивность латеральной миграции ПМВ по сравнению с природной водой. Следовательно, разлив ПМВ охватывает большие площади, нежели разливы природной воды. Кроме того, разливы ПМВ на снежный покров приводят к изменению альбедо поверхности, что приводит к изменению сроков таяния снега и гидрологического режима ландшафта. Во второй декаде – ливневые дожди. В среднем сход на участках, где были проведены разливы ПМВ, произошел на 2-3 дня раньше, чем на окружающей территории.

Исходя из исходной концентрации хлорид-ионов в ПМВ (133 г/л = 133 000 мг/л) следует, что за счет различных процессов (вертикальная миграция, латеральная миграция, вынос изначально произрастающими на экспериментальных площадках дикорастущими видами растений, «работа» зеленых насосов, т.е. галофитов), содержание Cl^- в почвенном покрове уменьшается в тысячи раз (см. табл. 2). После обработки всего собранного материала, вклад каждого действующего фактора будет определен.

Что касается данных по фитомассе, то она закономерно уменьшается по мере возрастания концентрации ПМВ. Однако, в ряде случаев максимальные значения фитомассы обнаруживаются при минимальных концентрациях ПМВ, а не на контрольных площадках. Это, возможно, объясняется тем, что растения воспринимают низкие значения концентраций ПМВ как минеральное удобрение.

Литература

1. Гатина Е.Л. Техногенная трансформация видового разнообразия растительных сообществ в условиях нефтедобычи (на примере Пермского края): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Л. Гатина. Пермь, 2010. 20 с.

2. Ильминских Н.Г. Трансформация природного комплекса от существующих источников антропогенного воздействия на примере Бегешкинского месторождения нефти / Н.Г. Ильминских, Т.В. Саламатова // Нефтяное хоз-во: научн.-техн. и произв. журн., 1998. № 3. С. 78-79.
3. Ильминских Н.Г. Трансформация природного комплекса при нефтедобыче/ Н.Г. Ильминских, Т.В. Саламатова // Третья Российская университетско-академическая научн. практ. конф., 1997. Ч. 3. С. 164.
4. Ильминских Н.Г. Трансформация свойств почвы и травяного покрова при загрязнении пластовыми минерализованными водами месторождений нефти / Н.Г. Ильминских, Н.В. Козловская // Сборник научных трудов УГНИИСХ. Ижевск, 2000. Вып. 1. С. 246-267.
5. Ковальчук В.П. Сборник методов исследования почв и растений / В.П. Ковальчук, В.Г. Васильев, Л.В. Бойко, В.Д. Зосимов. Киев: Труд-ГриПол - XXI вік, 2010. 252 с.
6. Козловская Н.В. Трансформация почвы и травяного покрова под влиянием пластовых минерализованных вод при нефтедобыче в условиях Удмуртии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Козловская. Пермь, 2001. 15 с.
7. Саламатова Т.В. Разработка мероприятий по повышению эффективности эксплуатации месторождений высоковязких и тяжелых нефтей с целью обеспечения промышленной и экологической безопасности (на примере ОАО «Удмуртнефть»): автореф. дис.... канд. техн. наук / Т.В. Саламатова. Ижевск, 2002. 125 с.
8. Таратынов Д.В. Скорость вертикальной миграции раствора пластовых минерализованных вод в снежном покрове на территории Уватского района Тюменской области / Д.В. Таратынов, Н.Г. Ильминских // Наука и образование в XXI веке: материалы Международной научн. практ. конф.: часть 33. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. С. 91-93.

Калинкин А.М.¹, Мазухина С.И.², Гуревич Б.И.¹, Калинкина Е.В.¹, Тюкавкина В.В.¹, Серова Е.С.¹

¹Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья

им. И.В. Тананаева Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

kalinkin@chemy.kolasc.net.ru

²Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

mazukhina@inep.ksc.ru

ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ШЛАКОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В настоящее время на территории Мурманской области общее количество отходов предприятий горно-металлургического и энергетического комплексов (хвостов обогащения, шлаков, золоуноса, вскрышных пород), неблагоприятно влияющих на экологическую обстановку составляет около 8 млрд т. На Заполяринской и Мончегорской площадках ОАО «Кольская ГМК» одних только магнезиально-железистых шлаков накоплено около 80 млн т. Перспективным направлением утилизации силикатной составляющей техногенных отходов, включая шлаки цветной металлургии, является получение строительных материалов. Работами, выполненными в ИХТРЭМС КНЦ РАН, показана принципиальная возможность получения из шлаков ОАО «Кольская ГМК» различных смешанных вяжущих – шлакопортландцемента, известково-шлакового цемента и шлакощелочного вяжущего (геополимерного материала) (Гуревич, Зосин, 1965, Гуревич, 1996).

Тонкоизмельченные шлаки цветной металлургии обладают гидравлической активностью, но уровень их вяжущих свойств невелик по сравнению с доменными шлаками. Ранее показано, что реакционную способность магнезиально-железистого шлака можно существенно повысить, если измельчение (механоактивацию (МА)) проводить в атмосфере диоксида углерода (Калинкин, 2009, Kalinkin, 2012). Под влиянием механических воздействий молекулы CO_2 реагируют со свежесформированной поверхностью шлака с образованием карбонатных ионов. В результате реакционная способность частиц шлака повышается, интенсифицируется его растворение при взаимодействии с затворителем и формирование цементирующего геля. Прочность образцов на основе шлака, механоактивированного на воздухе и в CO_2 , при затворении водой различается на порядок величины (Калинкин, 2009, Kalinkin, 2012).

В данной работе исследована возможность замены МА шлака в атмосфере газообразного CO_2 на его твердофазную карбонизацию путем введения добавок карбонатных минералов на стадии механической обработки. Можно предположить, что совместная МА в центробежно-планетарной мельнице шлака и карбонатных добавок, таких, как например, кальцит, доломит и др., так же как и в случае газообразного CO_2 , приведет к образованию фаз, повышающих реакционную способность частиц шлака. С целью проверки этого предположения в данной работе методами экспериментального и термодинамического моделирования с использованием ПК «Селектор» проведено сравнительное изучение влияния добавок карбонатных минералов, с одной стороны, и CO_2 как атмосферы МА магнезиально-железистого шлака, с другой, на увеличение его вяжущих свойств.

В экспериментах использовали гранулированный шлак комбината «Печенганикель» промышленной водной грануляции. Химический состав шлака, мас. %: SiO_2 – 40.88, Al_2O_3 – 6.90, FeO – 35.40, CaO – 2.65, MgO – 10.71, Na_2O – 1.18, K_2O – 0.92. Минеральный состав шлака, мас. %: магнезиально-железистое стекло, которое при кристаллизации образует шлаковый камень оливинового состава – 95-98, кристаллическая фаза (скелетные кристаллы оливина $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$)-2-5, рудные минералы – 1-3.

В качестве твердых добавок использовали: карбонат кальция CaCO_3 («чда»), магний углекислый MgCO_3 («ч»), стронций углекислый SrCO_3 («чда»), барий углекислый BaCO_3 («чда»), а также природные минералы – кальцит (месторождение Ковдор, Мурманская область, содержание CO_2 по анализу 43.79%) и доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (п. Титан, Мурманская область, содержание CO_2 по анализу 42.68%), а также карбонат натрия Na_2CO_3 («чда») и гидрокарбонат натрия NaHCO_3 («чда»). Количество добавок составляло 0.25; 0.5; 1.0; 2.0; 3.0 мас. % в расчете на CO_2 в составе карбоната по отношению к массе молотого шлака.

МА шлака и смеси шлака и карбонатов проводили в лабораторной центробежно-планетарной мельнице АГО-2 при центробежном факторе 40 g. В качестве мелющих тел использовали стальные шары диаметром 8 мм. Отношение массы шаров к массе измельчаемого образца составляло 6:1. Продолжительность МА шлака и смесей составила 330 с. Время МА было выбрано с учетом достижения максимальной удельной поверхности обрабатываемого вещества, измеренной методом воздухопроницаемости. Удельная поверхность шлака после МА в CO_2 равнялась $650 \text{ м}^2/\text{кг}$. Аналогичная величина для шлака и композиций шлак – карбонат после МА в воздушной среде составила $615 \text{ м}^2/\text{кг}$. При МА шлака в атмосфере CO_2 барабаны мельницы заполняли углекислым газом из баллона, вытесняя воздух, плотность которого в 1.5 раза меньше плотности CO_2 . Операцию заполнения барабана CO_2 повторяли через 2 мин МА. Перед заполнением углекислым газом загрузку принудительно перемешивали. Операцию перемешивания загрузки через каждые 2 мин обработки в мельнице проводили также в случае МА в воздушной среде.

Для определения вяжущих свойств механоактивированных смесей изготавливались кубики с размерами $1.41 \times 1.41 \times 1.41$ см из теста жесткой консистенции, которые твердели в течение года во влажных условиях при температуре $20-22^\circ\text{C}$. В качестве затворителя использовали воду.

В таблице 1 приведены данные по прочности образцов шлака с добавками карбонатов в зависимости от вида добавки и ее содержания в смеси для трех сроков твердения. Для карбоната и гидрокарбоната натрия данные по прочности отсутствуют, так как в первом случае образцы получились рыхлые с поверхности, а во втором – образцы очень слабые, развалились в руках. В таблице 2 для сравнения указаны прочности образцов на основе МА-шлака без добавок, а также шлака, механоактивированного в атмосфере CO_2 .

Таблица 1

Влияние добавок карбонатных минералов на прочность при сжатии композиций шлак-карбонат при их совместной МА ($\tau_{\text{МА}}=330$ с, активизатор – вода)

CO ₂ в добавке по отн. к массе шлака, мас. %	Добавка к шлаку								
	MgCO ₃			CaCO ₃			природн. кальцит		
	Прочность при сжатии, R _{сж} , МПа через ... сут								
	7	28	180	7	28	180	7	28	180
0.25	2.0	9.5	10.6	1.4	8.0	8.5	4.5	12.1	15.1
0.5	10.5	12.3	17.2	10.9	23.8	24.1	9.3	22.1	22.3
1.0	3.7	6.0	7.2	2.2	2.2	3.1	3.1	4.2	4.9
2.0	2.0	2.6	3.2	1.5	2.8	2.1	1.2	1.8	1.9
3.0	1.1	1.0	1.7	1.7	4.0	3.0	1.4	1.5	1.9
	природн. доломит			SrCO ₃			BaCO ₃		
0.25	1.5	4.9	9.4	9.3	14.3	19.6	13.2	15.7	18.8
0.5	7.9	13.7	17.9	9.9	10.5	14.0	10.5	8.9	13.7
1.0	12.4	20.2	19.0	7.6	12.0	12.8	0.9	3.1	3.6
2.0	9.6	17.5	20.0	5.3	5.4	5.1	2.4	0.6	0.6
3.0	12.9	6.2	14.6	2.4	2.5	2.7	1.0	0.6	0.6

Можно видеть, что небольшие (не более 1 мас.% по CO₂) добавки карбонатных минералов положительно влияют на прочностные характеристики образцов. Согласно данным таблицы 1, существует оптимальное количество вводимой карбонатной добавки, для которой прочность образцов МА-смесей существенно выше остальных. Уменьшение или увеличение этого количества ведет к падению прочности. Для изученных синтетических и природных карбонатов Ca и Mg это количество составляет 0.5-1.0% CO₂ по отношению к массе молотого шлака, а для SrCO₃ и BaCO₃ – 0.25% CO₂. Прочность образцов, подвергнутых твердофазной карбонизации в мельнице, в 10-30 раз превосходит прочность образцов на основе чистого бездобавочного шлака, механоактивированного на воздухе, и почти не уступает прочности механоактивированного шлака, карбонизированного за счет поглощения CO₂ из газовой фазы (табл. 2). Таким образом, в данной серии опытов подтвердился выявленный ранее факт существенного увеличения прочности образцов на основе карбонизированного в процессе МА шлака (Калинкин, 2009).

Ранее мы установили, что повышение реакционной способности шлака после его предварительной МА в CO₂ связано с поглощением диоксида углерода вследствие действия эффекта глубокой механосорбции углекислого газа силикатами (Kalinkina, 2001). Под влиянием механических воздействий CO₂ поглощается наружными слоями частиц шлака с образованием искаженных карбонатных групп, имеющих характерную расщепленную полосу антисимметричных валентных колебаний в ИК спектре в области 1550-1400 см⁻¹. Механохимически карбонизированная поверхность шлака более активно реагирует как с жидким стеклом, так и с водой с образованием гидросиликатов по сравнению со шлаком, механоактивированным в воздушной среде. В упрощенном виде механохимическую реакцию взаимодействия CO₂ со шлаком, основу которого составляет оливин, можно представить в виде:

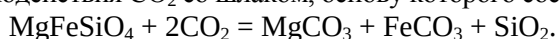


Таблица 2

Влияние атмосферы механоактивации на прочность при сжатии
механоактивированного шлака (τ_{МА}=330 с, активизатор – вода)

Атмосфера механоактивации	Прочность при сжатии, R _{сж} , МПа, через ... сут		
	7	28	180
Воздух	0.6	0.7	1.87
CO ₂	13.0	15.6	23.0

Строго говоря, механически стимулированное поглощение углекислого газа не приводит к образованию индивидуальных карбонатов и кремнезема, а сопровождается формированием аморфной карбонатно-силикатной фазы (Kalinkina, 2001), которая обладает повышенной реакционной способностью.

В случае механоактивированной смеси шлака и карбонатов причины, приводящие к ускорению реакций гидратации, по-видимому, иные. Для выяснения изменений, происходящих в этой композиции под влиянием МА, были сняты ИК спектры механоактивированных смесей шлак-

кальцит и для сравнения – ИК спектры исходных смесей до обработки в мельнице (не приведены). МА приводит к ощутимому снижению интенсивности полосы валентных колебаний CO_3^{2-} иона кальцита в области 1420 см^{-1} , что свидетельствует о разложении кальцита по реакции:



Оксид кальция, образующийся при механохимическом разложении кальцита, принимает участие в реакциях твердения, придавая образцам прочность, сопоставимую с прочностью известково-шлакового цемента, свойства которого изучены ранее (Гуревич, 1996). Не исключено также, что образовавшийся при разложении кальцита CaO механохимически реагирует со шлаком в ходе МА. На прочность образцов шлака с добавками кальцита (или других карбонатов) влияют два противоположно направленных фактора. С одной стороны, выделившийся при разложении CaCO_3 углекислый газ карбонизирует поверхность шлаковых частиц, а образовавшийся CaO участвует в реакциях синтеза гидросиликатов. С другой, при больших количествах карбонатной добавки CaCO_3 разлагается не полностью, при этом неразложившийся CaCO_3 «разбавляет» шлак, уменьшая прочность. Наличие максимума по прочности для образцов карбонизированного шлака свидетельствует о том, что величина карбонатной добавки 0.5-1 мас.% по CO_2 , по-видимому, является оптимальной с точки зрения действия указанных факторов при использовании центробежно-планетарной мельницы в качестве активатора.

С целью лучшего понимания процессов, протекающих при твердении исследованных образцов, было проведено термодинамическое моделирование взаимодействия компонентов изученных композиций с водой при 25°C и стандартном давлении с использованием программного комплекса «Селектор» методом минимизации потенциала Гиббса (Чудненко, 2010). При этом использован алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем, а в качестве независимой координаты взята величина $\xi = -\lg v$, где v - доля прореагировавшего (растворившегося) минерала или минералов, т.е. степень протекания реакции в системе. В первом приближении принято, что магнезиально-железистый шлак представлен оливином. При моделировании содержания компонентов в системе соответствовали таковым в твердеющих образцах.

Сравнительное моделирование процессов для составов оливин-вода и оливин-вода- CO_2 показало, что при введении в первую композицию менее 1% диоксида углерода взаимодействие минерала и воды существенно интенсифицируется. Степень выщелачивания кремния (рис. 1) и других компонентов оливина в водную фазу на фоне ее подкисления возрастает на 2-3 порядка. Следует отметить, что в системе без углекислоты аморфный кремнезем, играющий важную положительную роль в процессах гидратационного твердения, не образуется во всем изученном интервале степени протекания взаимодействия. В присутствии CO_2 , напротив, уже при $\xi=4.5$ (рис. 1) создаются условия для формирования кремнегеля, количество которого с увеличением доли прореагировавшего шлака нарастает. Это согласуется с тем фактом, что для всех сроков твердения прочность образцов на основе шлака, механоактивированного в CO_2 , примерно на порядок выше, чем для шлака после МА на воздухе (табл. 2).

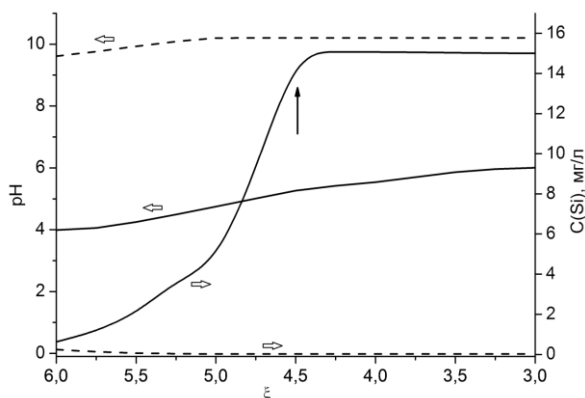


Рис. 1. Рассчитанные значения pH и концентрации Si в жидкой фазе в композициях оливин-вода (пунктир) и оливин-вода- CO_2 (сплошные линии) в зависимости от степени протекания реакции (ξ). Вертикальной стрелкой показано начало

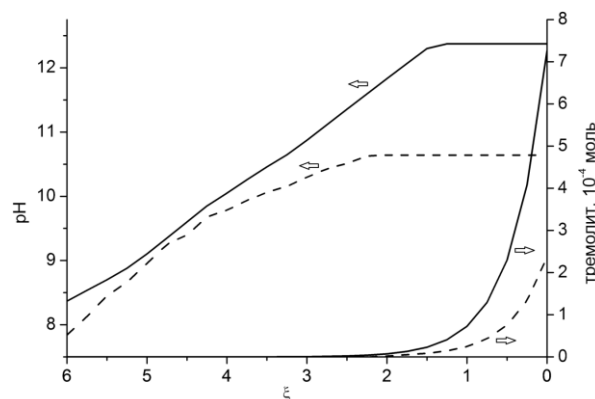


Рис. 2. Рассчитанные значения pH и количества образовавшегося тремолита в композициях оливин-кальцит-вода (пунктир) и оливин-портландит-вода (сплошные линии) в зависимости от степени протекания реакции

Моделирование процессов, происходящих при твердении механоактивированных смесей шлака и кальцита проводилось с учетом того, что при МА кальцит разлагается до CO_2 и оксида кальция, который при контакте с водой практически сразу образует портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Согласно расчету в композициях оливин-кальцит-вода и оливин-портландит-вода образуется гидросиликат кальция и магния - тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, применяемый в составе магнезиальных цементов и, вероятно, обладающий вяжущими свойствами (Верещагин, 1993). На рис. 2 приведены результаты расчета pH и количества образовавшегося тремолита в композициях оливин-кальцит-вода и оливин-портландит-вода для состава, содержащего 0.5 мас.% CO_2 , в зависимости от степени протекания реакции (исходное количество оливина – 100 г). Первая композиция отвечает исходной смеси без МА, вторая – механоактивированной смеси, в которой весь кальцит разложился под влиянием механических воздействий. В вычислениях предполагалось, что оливин реагирует с водой на два порядка медленнее, чем более реакционно способные портландит и кальцит. Полученные данные говорят о том, что портландит как продукт механохимического разложения кальцита создает условия повышенной щелочности среды и ускоряет образование обладающих вяжущими свойствами гидросиликатов кальция и магния, в частности тремолита (рис. 2).

В докладе рассмотрены также вопросы физико-химического моделирования взаимодействий компонентов при твердении смешанных вяжущих на основе портландцемента с добавками магнезиально-железистого шлака.

Работа выполнена при поддержке программы Отделения химии и наук о материалах ОХНМ-02 «Создание новых металлических, керамических, стекло-, полимерных и композиционных материалов».

Литература

1. Верещагин В.И., Филина С.В., Зырянова В.Н. Вяжущее / А.с. 1807026 А1 СССР, МПК5 С 04 В 9/00. Томский политехнический институт им. С.М. Кирова. № 4866154/33; заявл.19.06.90; опубл.07.04.93. Бюл. № 13.
2. Гуревич Б.И. Вяжущие вещества из техногенного сырья Кольского полуострова. Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 1996. 179 с.
3. Гуревич Б.И., Зосин А.П. Получение вяжущего материала из никелевых шлаков на основе растворимого стекла // Металлургические шлаки Мончи и Печенги. М.-Л.: Наука, 1965. С. 147-167.
4. Калинин А.М., Гуревич Б.И., Пахомовский Я.А., Калинин Е.В., Тюкавкина В.В. Механохимическая активация магнезиально-железистых шлаков в среде углекислого газа и их свойства // Журн. прикл. Химии, 2009. Т. 82. № 8. С. 1251-1255.
5. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. 287 с.
6. Kalinkin A.M., Sanjay Kumar, Gurevich B.I., T.C. Alex, Kalinkina E.V., Tyukavkina V.V., Kalinnikov V.T., Rakesh Kumar. Geopolymerisation behavior of Cu-Ni slag mechanically activated in air and in CO_2 atmosphere. Int. J. Miner. Process, 2012. V. 112-113. P. 101-106.
7. Kalinkina E.V., Kalinkin A.M., Forsling W., Makarov V.N. Sorption of Atmospheric Carbon Dioxide and Structural Changes of Ca and Mg Silicate Minerals During Grinding. I. Diopside // Int. J. Miner. Process, 2001. V. 61. № 4. P. 273-288.

Кокрятская Н.М.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск
nkokr@yandex.ru

ГЕОХИМИЯ СЕРЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ УСТЬЯ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И БЕЛОГО МОРЯ

Бактериальное восстановление сульфатов до сероводорода (сульфатредукция) с сопутствующей минерализацией органического вещества является одним из основных процессов глобального цикла серы (Волков, 1984). Сероводород, генерируемый сульфатредуцирующими бактериями, трансформируясь в ходе сопряженных химических и биологических процессов, лежит

в основе всего спектра соединений восстановленной серы, обнаруживаемых в воде и донных осадках. Известно, что образование и перераспределение аутигенных минералов серы происходит в современных осадках на ранней стадии диагенеза и затем в значительной мере наследуется осадочными породами. Поэтому процесс сульфатредукции является ключевым в осадочной геохимии серы. Кроме того, сера, образующая в зависимости от условий среды соединения различного уровня восстановленности, является своеобразным индикатором, отражающим направленность и интенсивность редокс-процессов в водных экосистемах.

Настоящая работа посвящена изучению особенностей биогеохимии серы в поверхностном слое донных отложений, отобранных на обширной акватории, простирающейся от устья Северной Двины через Двинский залив и Бассейн до Кандалакшского залива Белого моря. Обобщены данные, полученные при обработке проб, отобранных у обоих берегов реки в 2005 г., в рукавах её дельты в 2005-2006 гг., в Белом море в 2001, 2003, 2006 и 2009 гг. Поскольку большинство проб отобрано дночерпателем, они представлены усредненным поверхностным слоем мощностью до 20 см. В Бассейне и Кандалакшском заливе пробы преимущественно отобраны послойно при помощи специальных грунтовых трубок, для них усреднены результаты анализа первых 30 см колонок. На рисунке 1 представлена карта-схема расположения станций отбора проб донных отложений с выделением основных участков акватории, обсуждаемых в работе.

Сероводород, образующийся в результате процесса сульфатредукции, трансформируется в различные по устойчивости соединения восстановленной серы, которые присутствуют в осадках в виде сульфидов, растворимых в разбавленной соляной кислоте при нагревании до начала кипения (S^2) - гидротроилита, маккиновита, грейгита; дисульфида – пирита ($S_{\text{пир}}$); элементной серы (S^0) и серы, связанной с органическими веществами ($S_{\text{орг}}$) (Остроумов, 1953). Суммарное содержание этих четырех форм серы – производных бактериального сероводорода, характеризует общее накопление восстановленной серы в осадках (ΣS_{H_2S}) и позволяет оценить интенсивность микробиологического восстановления сульфатов.

Среди многих факторов, влияющих на процесс бактериального образования сероводорода в осадках, а, следовательно, и на характер накопления восстановленных соединений серы можно выделить главные:

- количество органического вещества (ОВ), выраженное через $C_{\text{орг}}$ и его качественный состав, определяющие интенсивность процесса сульфатредукции;
- содержание реакционноспособных форм железа ($Fe_{\text{реакц}}$), взаимодействие которых с образующимся сероводородом определяет накопление в осадках сульфидов железа, т.е. в конечном счете, величину ΣS_{H_2S} .

Таким образом, в результате процесса сульфатредукции связываются воедино глобальные циклы трех элементов – углерода, серы и железа.

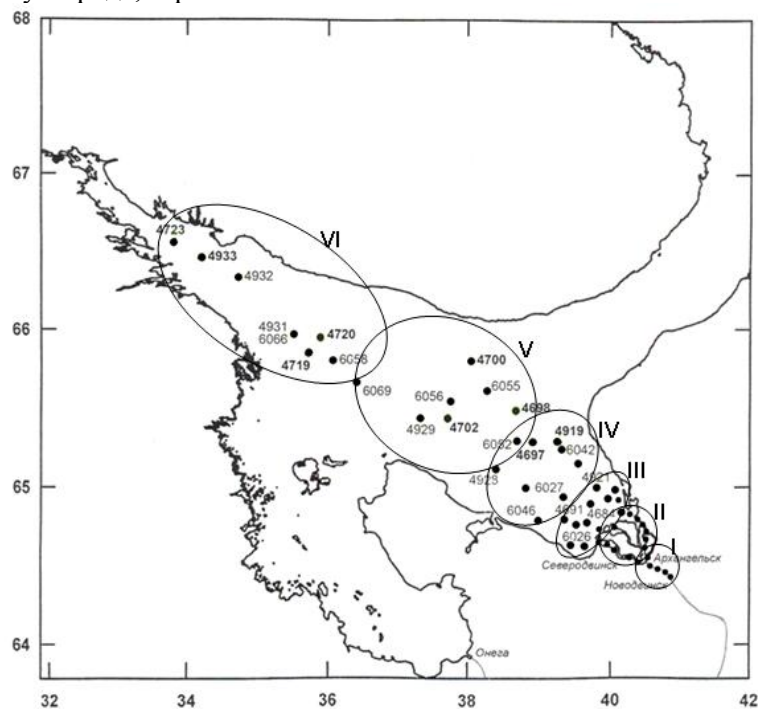


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб донных отложений с выделением основных участков акватории Белого моря, обсуждаемых в работе

В отобранных пробах донных отложений выполнено определение форм серы (Волков, Жабина, 1980), общего и органического углерода (Методы, 1987), гуминовых веществ (ГВ) (Методы, 1980) и форм реакционноспособного железа (Соколов, 1980). В таблице приведены усредненные данные для основных участков, на которые разбита акватория.

Усредненные данные для основных участков акватории устья Северной Двины и Белого моря

Участок акватории		n	Средняя глубина отбора проб, м	Среднее содержание, в % на сухой осадок					
				$S_{\text{сульфат}}$	$\sum S_{\text{H}_2\text{S}}$	$\text{Fe}_{\text{реакц}}$	$C_{\text{орг}}$	S/C	ГВ
I	Основное русло Северной Двины (в пределах её устьевых участка)	16	2	0.022	0.049	0.629	2.31	0.02	0.39
II	Дельта Северной Двины	22	2	0.015	0.053	0.435	2.02	0.03	0.30
III	Кутовая часть Двинского залива	33	14	0.088	0.052	0.762	1.34	0.07	0.50
IV	Двинский залив (без кутовой части)	25	73	0.187	0.047	1.896	1.05	0.05	0.67
V	Бассейн Белого моря	24	120	0.195	0.055	2.352	1.15	0.05	0.73
VI	Глубоководные станции Бассейна и Кандакшского залива Белого моря	38	280	0.263	0.073	2.335	1.51	0.05	1.10

Как видно из данных таблицы общее количество восстановленной серы было относительно невелико и довольно однородно, при том, что содержание сульфатной серы ($S_{\text{сульфат}}$) в осадках закономерно возрастало при переходе от пресных речных вод к наиболее солёным водам глубоководной части моря. Следует отметить, что сульфатная сера в данном случае представляет собой сумму серы сульфатов иловых вод и твердой фазы осадка (Волков, Жабина, 1980).

Сопоставляя данные, приведенные в таблице, можно видеть, что количество $\sum S_{\text{H}_2\text{S}}$ практически не изменяется при переходе от речных осадков к морским, причем это касается не только кутовой части Двинского залива, но и чисто морских осадков Бассейна. Можно отметить лишь небольшое (в 1.4 раза) увеличение этого показателя в осадках глубоководных станций Белого моря.

Уровень содержания восстановленной серы во всех исследованных осадках определяется, главным образом, накоплением наиболее стабильных форм восстановленной серы – пиритной и органической (рис. 2), суммарный вклад которых в $\sum S_{\text{H}_2\text{S}}$ увеличивается от 68% в чисто речных осадках до 76% в дельте и 83% в морских осадках. Доминирование в поверхностных осадках органической серы представляется вполне закономерным, поскольку в этом случае она представлена не только диагенетической органической серой, образовавшейся при взаимодействии органического вещества с сульфидами и элементной серой, но и «биогенной» накопленной организмами при жизни. При этом вклад последней с суммарное содержание $S_{\text{орг}}$ в случае поверхностных осадков может быть преобладающим. Интересно отметить практически равное содержание в осадках различных участков исследуемой акватории пиритной серы, причем как в абсолютных значениях, так и по ее вкладу в $\sum S_{\text{H}_2\text{S}}$ (30-40%). Известно, что образование пирита по скорости практически не отстает от образования бактериального сероводорода, поэтому начало пиритообразования совпадает с началом сульфатредукции и наблюдается уже в микроочагах восстановительного процесса в верхнем слое донных отложений в условиях аэробно-анаэробного диагенеза (микроаэрофильные условия, отсутствие градиента сульфатов в иловой воде и свободного сероводорода в осадках). Исходя из этого, можно предполагать сопоставимость интенсивности процесса сульфатредукции в осадках, как устьевой области Северной Двины, так и кутовой части Двинского залива и Белого моря в целом.

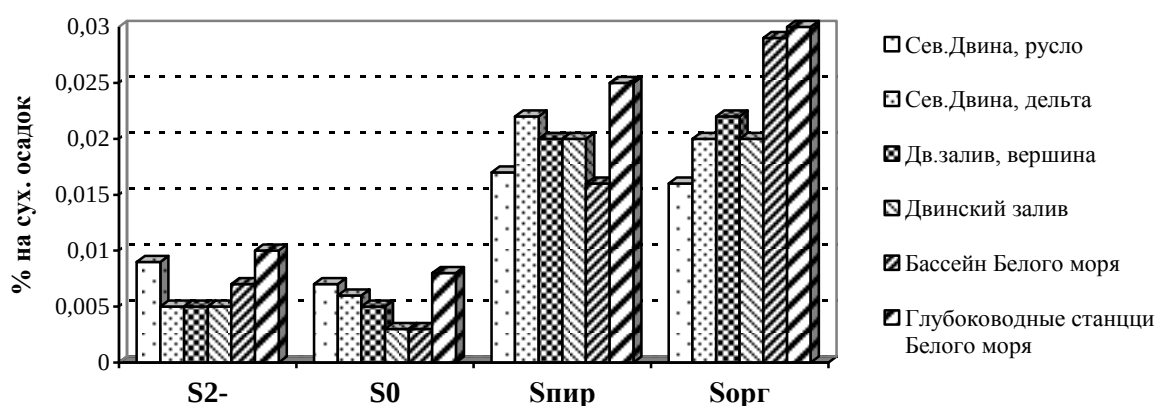


Рис. 2. Среднее содержание форм восстановленной серы на выделенных участках устья Северной Двины и акватории Белого моря

Известно, что в диагенетических, в том числе и окислительно-восстановительных процессах, принимает участие не все железо, присутствующее в осадках, а только его подвижная, реакционноспособная часть ($Fe_{\text{реакц}}$). В его составе различают: несulfидные формы (гидроокиси, силикаты, фосфаты и карбонаты), включающие как трехвалентное ($Fe(III)$), так и двухвалентное ($Fe(II)$) кислоторастворимое железо; sulfидные формы включают железо пирита и кислоторастворимых моносulfидов.

Рассматривая распределение реакционноспособного железа в исследованных осадках можно отметить близкие значения этого показателя для осадков Северной Двины и кутовой части Двинского залива (табл.), затем при переходе к чисто морским отложениям количество $Fe_{\text{реакц}}$ возрастает (в среднем в 3.7 раза) и относительно стабилизируется в осадках глубоководной части моря. Основной вклад в общее содержание реакционноспособного железа вносят его формы, не связанные с серой (рис. 3). Sulfидные формы $Fe_{\text{реакц}}$ в подавляющем большинстве случаев не превышают 1-3% от $Fe_{\text{реакц}}$, что свидетельствует о низкой степени sulfидизации осадков.

Можно отметить, что увеличение количества $Fe(III)$ в поверхностных осадках глубоководной части моря неплохо согласуется с увеличением толщины окисленного слоя – так в осадках устья Северной Двины его толщина не превышает нескольких миллиметров, а очень часто он представлен жидким наилком; в отложениях глубоководного желоба окисленный слой более мощный – от 10 до 20 см. Концентрирование окисленной формы $Fe_{\text{реакц}}$ в поверхностных осадках глубоководных станций является следствием его диагенетического перераспределения в толще отложений в результате миграции к поверхности осадка восстановленной формы реакционноспособного железа с последующим её окислением кислородсодержащими наддонными водами. Кроме того, глубоководный желоб является своеобразной ловушкой, где концентрируется наиболее мелкая фракция взвешенных веществ, приносимых в море с речным стоком, в состав которой входят и органоминеральные комплексы гуминовых веществ с железом.

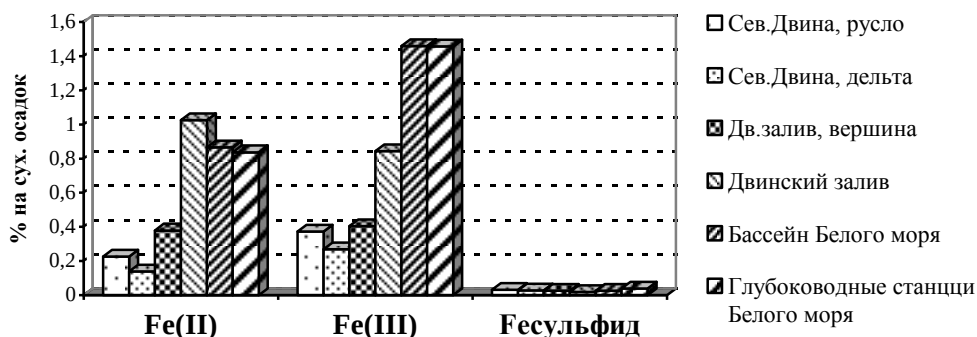


Рис. 3. Среднее содержание форм реакционноспособного железа на выделенных участках устья Северной Двины и акватории Белого моря

Как уже отмечалось выше, общее количество восстановленной серы в целом для исследованных осадков не велико и практически не изменяется при переходе от чисто речных осадков к морским при том, что количество сульфатов в последнем случае значительно возрастает. Скорее всего, это свидетельствует о том, что невысокие значения содержания в осадках восстановленной серы обусловлены не содержанием растворенных в воде сульфатов, и не количеством органического вещества, поступающего в осадки, а его качественным составом. Количество ОВ существенно – практически в два раза, уменьшается при увеличении мористости отложений (табл.), но, однако, остается достаточно высоким (более 1%) и не может рассматриваться как фактор, сдерживающий интенсивность процесса сульфатредукции (Волков, 1984). Восстановительный потенциал этой органики (выраженный через соотношение S/C, где S – общее количество восстановленной серы в осадках, а C – содержание органического углерода) максимален в осадках кутовой части Двинского залива, где происходит осаждение и обогащение осадков более лабильным (по сравнению с речным) органическим веществом, вследствие коагуляции растворенной органики и тонкой взвеси при взаимодействии речных вод с морскими в зоне маргинального фильтра (Лисицын, 2001). Однако необходимо отметить, что во всех случаях величина этого показателя является крайне невысокой, т.е. лишь незначительная часть ОВ, поступающего в осадки, расходуется на восстановление сульфатов.

Как известно, Белое море отличается непропорционально большим речным стоком, а поскольку территория, дренируемая реками беломорского бассейна, сильно заболочена, то основу терригенной органики составляют трудноминерализуемые соединения лигнинно-гумусовой природы. Так в стоке Северной Двины в составе органического вещества преобладает растворенная компонента, при этом на долю растворенного углерода приходится 80-90% общего стока ОВ (Романкевич, Ветров, 2001). Это консервативное в своей массе аллохтонное вещество, в котором преобладают (до 60-80%) вещества гуминовой природы (гуминовые (ГК), придающие водам темную окраску, и в основном фульвовые (ФК) кислоты). После коагуляции и флокуляции органического вещества при смешении речных вод с морскими в зоне маргинального фильтра ГВ в виде тонкой взвеси осаждаются на поверхность донных осадков, концентрируясь на гидрологически спокойных участках акватории и глубоководных участках моря. Так по данным (Горшкова, 1975) содержание гумусовых веществ в составе органического вещества беломорских осадков составляет 48-85%. Аналогичные результаты получены и нами при изучении состава органического вещества исследованных осадков (табл.).

По результатам наших исследований вклад гуминовых веществ в общее количество органического углерода увеличивается в среднем от 13-20% в речных и опресненных осадках до 60-70% в чисто морских осадках при преобладании во всех случаях в составе ГВ фульвовых кислот – в среднем 70-80% от ГВ (рис. 4). Таким образом, наиболее глубоководные осадки обогащаются наименее лабильной органикой.

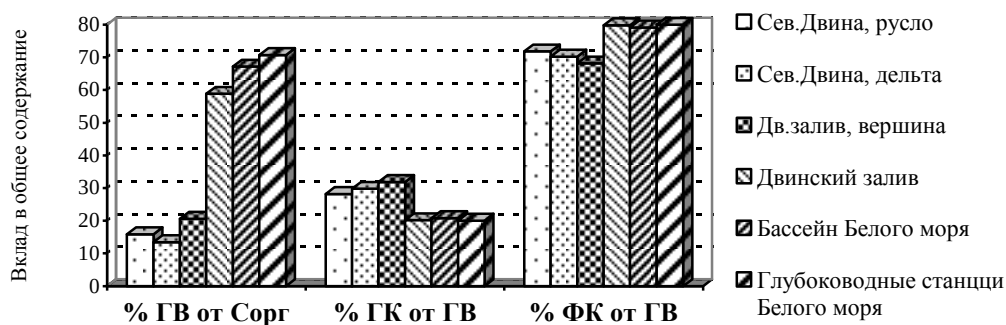


Рис. 4. Вклад гуминовых веществ в содержание $C_{орг}$ и ГК и ФК в общее содержание ГВ на выделенных участках устья Северной Двины и акватории Белого моря

В результате проведенных исследований получены новые данные о геохимическом поведении серы и связанных с ней в процессах диагенеза железа и углерода, выявлены особенности протекания диагенетического преобразования донных осадков в специфических условиях северных водоемов.

Литература

1. Волков И.И. Геохимия серы в осадках океана. М.: Наука, 1984. 272 с.

2. Волков И.И., Жабина Н.Н. Методы определения различных соединений серы в морских осадках // Химический анализ морских осадков. М.: Наука, 1980. С. 5-27.
3. Горшкова Т.И. Органическое вещество современных осадков северных морей СССР // Проблемы геологии шельфа. М.: Наука, 1975. С. 66-72.
4. Лисицын А.П. Нерешенные проблемы океанологии Арктики // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. М.: Научный Мир, 2001. С. 31-74.
5. Методы исследования органического вещества в океане. М.: Наука, 1980. 343с.
6. Методы количественного органического элементного микроанализа. Под ред. Н.Э. Гельмана. М.: Химия, 1987. 296 с.
7. Остроумов Э.А. О формах соединений серы в отложениях Черного моря // Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1953. Т. 7. С. 70-90.
8. Романкевич Е.А., Ветров А.А. Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 2001. 302 с.
9. Соколов В.С. Определение реакционноспособных форм железа и марганца в морских осадках // Химический анализ морских осадков. М.: Наука, 1980. С. 28-41.

Комлева Е.В.

Институт философии и политологии, Технический университет, г. Дортмунд, Германия
komleva_ap@mail.ru

УТИЛИЗАЦИЯ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ

Утилизация ядерных отходов как мировая проблема. Здесь, в контексте соотнесения ядерной и горно-геологической тематик, речь идет о высокоэнергетических материалах ядерной отрасли, подлежащих захоронению. Под ними понимается совокупность твердых отходов высокого уровня активности, отработавшего ядерного топлива и демонтированного боезапаса – делящихся ядерных материалов оружейного качества.

Б. Никипелов (Никипелов, 2003) отстаивает мнение, что запрет на международное разделение труда ядерной сфере – это противоречие, которое будет преодолено историей. И будут созданы крупные международные могильники радиоактивных отходов в Китае, Монголии, Казахстане, Канаде, России. Мысль верная. Перехватив инициативу, Финляндия уже строит (пройдя национальные разрешительные процедуры!) на своей территории и пока самостоятельно как бы такого рода объект Онкало. Как и на каких других площадках (нас интересуют, в первую очередь, российские) верную мысль правильно реализовать? Вот в чем суть. По аналогии с проектом Yucca Mountain стоимость только обоснования и строительства каждого могильника составит не менее ста миллиардов долларов.

Естественно, вектор на международные усилия по захоронению ядерных материалов пока предусматривает в основном энергетику. Однако в дальнейшем не исключены такие усилия и применительно к некоторым проблемам военных. Исходная база к этому есть. Хранилище (пока наземное) оружейного российского плутония около Челябинска, построенное с помощью и по технологиям США. Процессы утилизации «всем миром» ядерных судов ВМФ РФ и рекультивация береговых баз. Сейчас международными усилиями Сирию избавляют от химического оружия массового поражения. В будущем, возможно, некоторые ослабленные, вне авангарда страны будут похожим, принудительно-добровольным, образом избавлены и от ядерного оружия/ядерных материалов, которые будут утилизированы международными усилиями, по международным технологиям и с применением международных подземных могильников. Первое такого рода предложение относительно ядерной программы Ирана уже поступило во время встречи лидеров России и Израиля в ноябре 2013 г. На слуху опасения по поводу аналогичной программы Северной Кореи. Возможна через некоторое время денуклеаризация Ближнего Востока. НАТО начинает перезахоранивать ядерные отходы советских времен на Украине.

Документы США в связи с закрытием проекта Yucca Mountain и Финляндии относительно хранилища Онкало, американо-российские Соглашение № 123 (2010 г.) и Соглашение по ядерным НИР (2013 г.), Директива ЕС по обращению с ядерными отходами (2011 г.), материалы проекта ARIUS (и конференций под эгидой МАГАТЭ 2002 г. и 2005 г. в Москве). Это основные исходные информационно-правовые вехи на пути создания крупных международных подземных объектов изоляции ядерных материалов. В том числе и в России. Подробности тенденции раскрыты в моих статьях в журналах «Научный вестник Норильского индустриального института» (№ 10 – 2012, № 12 – 2013 и № 13 – 2013), «Вестник аналитики» (№ 2 – 2005, № 3 – 2008, № 1 – 2009, № 2 – 2012 и № 3 –

2013), «Юридическая наука» (№ 1 – 2012 и № 3 – 2013). А также «Геофизический журнал» (№ 2 – 2008 и № 6 – 2012), «Энергетическая политика» (вып. 4 – 2012 и вып. 4 – 2013), «Изв. Вузов. Горный журнал» № 2 – 2012, «Горный журнал Казахстана» (№ 11 – 2011 и № 9 – 2013), «Горно-геологический журнал» (Казахстан, № 3-4 – 2013) и других.

Адаптация проблемы к российским регионам. 1) Приоритет сегодня – Нижнеканский массив в центре России. Площадку, которая была выбрана первоначально для наземного завода РТ-2 радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива по несбывшимся тогда планам расширения Красноярского ГХК целенаправленно «подогнали» под принципиально другой объект. Другой, прежде всего, по сроку существования (миллионы лет – могильник, десятки лет – завод). Понятно, что требования к площадкам и к обоснованию их надежности разные для завода и могильника. Выбранный вблизи Железногорска Нижнеканский массив гранито-гнейсов вскрыт слабо, не глубже 700 метров применительно к единичным скважинам. Большинство остальных скважин – неглубокого (первые десятки метров) заложения. Имеются обоснованные знания о генезисе этого типа пород сомнения в их хороших гидроизолирующих свойствах. Нижнеканский массив является южной частью Енисейского кряжа – важнейшей золотоносной провинции России. Кроме того, граниты в последнее время преподносят геологам поразительные сюрпризы. Месторождение «Белый тигр» знаменито гигантскими запасами нефти в гранитах на глубинах 1-3 километра. Есть и другие примеры нефти в кристаллических породах. Кстати, в породах Нижнеканского массива отмечали проявления углеводородов (Ф. Бакшт, Томск, устное сообщение). Для обоснования могильника эти факты важны несколькими следствиями.

Во-первых, пришло время радикального пересмотра концепций поиска углеводородов. Во-вторых, доказано, что на глубинах в первые километры граниты могут иметь мощные зоны массопереноса, в том числе с направленностью движения газов и флюидов к земной поверхности. Именно обнаруженные в США Ю. Дублянским геологические индикаторы периодического появления глубинных вод у земной поверхности впоследствии стали главным аргументом при закрытии проекта Yucca Mountain. Германия уже обеспокоилась прогнозом наличия газа ниже подземной лаборатории «Горлебен» на глубине 3 километра и соседством площадки с Эльбой. МАГАТЭ, кстати, рекомендует при обосновании площадки захоронения ДОКАЗАТЬ отсутствие в ее недрах и вблизи полезных ископаемых, особенно высоколиквидных. Есть и глобальное третье следствие. Абиогенная нефть, как частный случай нефти в гранитах, позволит не принимать серьезно разговоры про принципиальную невозможность запасов углеводородов, скорое их исчерпание и про неизбежность развития гражданской ядерной энергетики с применением опасной радиохимии.

Кроме того, в Железногорске, дополнительно к могильнику Нижнеканского массива, будут навечно захоронены непосредственно на месте их эксплуатации промышленные/военные реакторы ГХК и другие высокоактивные материалы. Что за стратегическое противоречие: общий «санузел», а добавочно еще и многим объектам отдельные «удобства» с «головной болью» на миллион лет? И всем оформление «законных геологических паспортов» задним числом!

Обозначим четко последовательность и причины событий. ГХК вблизи Красноярска разместили, дабы до него тогдашние ударные силы США не добрались. Объект геологической изоляции ядерных материалов решили разместить в Нижнеканском массиве из-за близости ГХК, а не по геологическим критериям путем альтернативного выбора площадки применительно к условиям страны/региона. Но нет худа без добра. Очень хорошо, что есть история и опыт создания и эксплуатации подземных объектов ГХК. С горно-геологической точки зрения, фиксируются тревожные факты, подрывающие веру в удачное будущее ядерных могильников на данной территории. Сначала нам писали администраторы горно-ядерной науки, что с качеством массива, вмещающего подземные объекты ГХК «все хорошо». Когда другие специалисты стали писать для иностранных заказчиков, оценки изменились. Оказывается, до начала строительства подземных объектов скальный массив ГХК в гидрогеологическом отношении был практически не изучен. В процессе же эксплуатации ГХК и исследований горных пород ГХК как аналога Нижнеканского массива вполне ожидаемо для данного типа пород обнаруживаются участки с высокой гидравлической проницаемостью массива (выше, чем нормы на проницаемость пород размещения могильников). В том числе (и особенно) в пределах приконтурной зоны подземных сооружений.

2) Периферийные альтернативы: сегодня и завтра. Могильник за Уралом – исторически не первое предложение Минатома/Росатома. Почему «один на всех» могильник вот-вот будут строить вблизи Красноярска – географического центра России? В 2014г. была организована «арабская весна» уже на Украине (!). Причем под предлогом заботы о ядерных объектах многие не исключали раздел этой второй по значимости славянской страны. А почему не построить два, но у границ (западной, Печенга и восточной, Краснокаменск)? Могильники у границ с серьезными соседями на несколько

порядков повысят безопасность объектов. По крайней мере, о разрушениях в результате военных действий, диверсий и терактов, направляемых против России, призывах внешних сил в связи с могильниками к делению страны пополам можно будет не беспокоиться. Терроризм и промышленные аварии стали постоянной частью российской действительности. Новинкой применительно к ядерным объектам следует считать «интеллектуальный терроризм изнутри». Будем крепко помнить о работе крылатых ракет по Югославии. Во всю идет подготовка к подобному в Сирии. Но никто не решится потревожить, таким образом, совместно Россию и Китай или Россию и Норвегию, Финляндию, Швецию. Да и другие аспекты безопасности могильника будут выверены многократно, безо лжи, в связи с жизненно важными интересами разных стран, не только Росатомом.

Предлагаю новую последовательность работ по подземно-ядерной науке. У ГХК, как и вообще в Красноярском крае (и не только), ведь многое уже есть. Надо перевести туннель под Енисеем в ранг Подземной лаборатории (ПЛ) № 1. ПЛ № 2 – выработки, где будут на месте эксплуатации захоронены промышленные реакторы. Обе лаборатории полностью отключить от систем жизнеобеспечения и наглухо замуровать – избавить от влияния цивилизации. Оставить наедине с реальными природными процессами. Снабдив, конечно, каждую отдельной шлюзовой камерой – люком для периодического посещения лабораторий спелеологами. Надо бы спелеологов спросить: нет ли вблизи ГХК природных пещер? Вот нам и ПЛ № 3 была бы. ПЛ № 4 следует разместить на одном из объектов «Норильского никеля» в Красноярском крае (дублер – «АЛРОСА», Якутия). ПЛ № 5 и № 6 – выработки Краснокаменска и Печенги. Лет через 20-30 станет ясно: по нашим расчетным законам природа преобразовывает натурные модели могильников или иначе. А уж потом можно будет приступить к работам по ПЛ № 7. Непосредственно в пределах Нижнеканского массива, предварительно надежно разведанного. А уж совсем потом из семи лабораторий надлежит выбрать лучшую. В ее площадку и следует вложить основные инвестиции.

Авторство идеи о подземной лаборатории и могильнике в Краснокаменске, нашедшей поддержку в США и МАГАТЭ, принадлежит коллективу сотрудников ИГЕМ РАН во главе с Н. Лаверовым. Нужно внимательно посмотреть – что лучше: перевезти отходы ГХК в надежное подземное хранилище в Краснокаменске или переместить тот же объем отходов в Нижнеканский массив с последующим на миллионы лет ограничением хозяйственной деятельности на Енисее из-за радиоактивных протечек из этого массива? Площадки, например, Челябинска, Красноярска и Краснокаменска – все «дети» Минатома/Росатома. Но есть нюансы. Важен фактор времени. И дипломатия официальных высказываний, соответственно меняющейся обстановке, позициям и комбинациям проблемы могильника с другими крупными ядерными проектами. Челябинск – предложение 1970-х гг.. Красноярск – 1990-х гг. Краснокаменск – формируется на наших глазах. По разным причинам позиция атомного ведомства объективно и субъективно менялась. Сначала фаворитом был Челябинск (но там из-за неудачной по-крупному геологии отходы пришлось сливать в наземную гидросеть: в результате – большое уже сейчас загрязнение, что препятствует новым крупным международным проектам). Сейчас – Красноярск. Завтра – ? Дипломатия и авторитет Н. Лаверова позволяют ИГЕМ удачно развивать этот относительно независимый вариант. Не раздражая атомный менеджмент противопоставлением площадок. Но все же иногда стратегическая цель обозначается явно.

Международные перевозки ядерных материалов и радиоактивных отходов в Печенгу (как и часть российских, например, с Дальнего Востока, из Соснового Бора), скорей всего, будут осуществляться морем. Через незамерзающие порты Киркенес или Лиинахамари. По освоенным несколькими странами (США, Япония, Франция, Швеция, Россия и др.) технологиям. Или через Балтику и северную Финляндию. Логистические системы Онкало и Печенги во многом пригодны для унификации. При этом территория России не будет подвергаться опасности. И страна претендует на роль лидера на рынке морских перевозок ядерных материалов с неограниченным районом плавания. Кстати, логистика при уничтожении сирийских отравляющих веществ имеет схожие черты: морские перевозки под охраной США и России – Гамбург – переработка в Германии.

Нужно протестировать тезис о Нижнеканском массиве как единственном в России объекте с максимально высоким статусом подготовки для сооружения подземного ядерного могильника. В сравнении с материалами по Печенгской структуре, Стрельцовскому рудному полю (Краснокаменск) и площадкам ПО «Маяк». Только такое тестирование позволит говорить о научной достоверности этого тезиса и легитимности основанных на нем исследований вблизи Красноярска. А также – надеяться на получение социальной лицензии на строительство и эксплуатацию могильника. Полезными были бы и сравнительные исследования российских, украинской (Чернобыльская зона), казахстанской (Семипалатинский полигон), китайской (Бейшан) и других (монгольских, канадских) потенциальных площадок подземной изоляции ядерных отходов через

«призму» данных по объекту Онкало. Разрабатываемая для Печенги методология обращения в контексте захоронения ядерных материалов к бывшим или истощающимся сульфидным медно-никелевым месторождениям имеет потенциал тиражирования. В частности, в пределах Балтийского щита (особенно Финляндии). Возможно, и для условий ядерных технологий Северной Америки и никеленосных провинций Канады. Аналогия - давний зарубежный опыт. Сочетание инфраструктуры и хороших геологических (прежде всего, гидрогеологических) условий вмещающих массивов бывшего рудника «Конрад» (железная руда), бывших соляных шахт «Ассе» и «Морслебен» позволили Германии первой в мире прагматично и системно создать на базе этих природно-техногенных комплексов эффективные одноименные подземные хранилища радиоактивных отходов.

Печенгская структура по праву должна рассматриваться как уникальное геологическое (с комплексом других привлекательных для решения проблемы подземного ядерного могильника черт) место Кольского полуострова и России. Как научно-технологический полигон для международных объектов MegaScience. Печенга – непревзойденный стандарт степени геологической изученности и, возможно, качества породных массивов. Ствол Кольской сверхглубокой скважины служил в качестве глубинной геофизической лаборатории, позволявшей изучать различные геофизические поля. Может и в будущем послужит? Здесь даже граница мантии установлена точно, по данным геофизики и бурения. На Мурмане расположена уникальная установка сверхнизкочастотного с поверхности зондирования и мониторинга земных недр «Зевс». С ее помощью уже проводился поиск мест для захоронения радиоактивных отходов. И могут передаваться под землю ключевые команды в экстренной ситуации аналогично управлению АПЛ. При использовании других технических средств имеются предпосылки и беспроводного контроля этим методом подземного объекта и вмещающего массива изнутри. Кольский полуостров называют «окошком» внутрь Земли. Здесь проводилось глубинное электромагнитное зондирование и другими методами при разных вариантах «Кольского зонда».

Необходимо приветствовать попытки новых разносторонних исследований применительно к данной площади. Такая высокая планка подхода к знаниям о литосфере и критериям ее пригодности наиболее адекватна задаче создания природно-техногенного объекта в недрах Земли, безопасно и никому не мешая существовать который впервые в истории человечества должен не иначе как в координатах времени геологического и, возможно, всей дальнейшей жизни рода человеческого. Соответственно новой, экологической, функции литосферы. Настолько важной, что, если бы неандертальцы, кроманьонцы и другие древние люди имели рукотворный ядерный реактор, но не имели бы технологий надежного использования подземного пространства, то мы и сейчас должны были бы опасаться отходов «первобытной» ядерной отрасли.

Удачным сочетанием для любых сценариев будущего ядерной энергетики может быть подземное хранилище вблизи Норильска и уже действующее наземное хранилище ГХК.

3) «Воздадите кесарева кесареви и божия богам!», или «А король-то голый!». Ядерные могильники справедливо, подчеркивая главную роль природных условий в долговременной защите, называют еще геологическими хранилищами. Геология – не профиль Росатома по определению. Не урановые объекты – тем более. Это отражается и в тематике дискуссий и на официальном, и на неофициальном российских уровнях. Преобладают устремления вперед: новые энергетические мощности, реакторы, топливные технологии. Проблемы «тыла» – демонтажа технических достижений, геологической изоляции отработавшего оборудования, топлива и наработанных отходов – не являются любимыми. Когда же время принуждает все же делать в этом сегменте отрасли дело, начинаются далеко не безобидные «фокусы» с терминологией, правовым статусом и нормами безопасности, переносом сроков. В итоге удобным по времени и финансированию оказывается погружение в пучину нереализуемых мечтаний о «Новом Атомном проекте», а неотложные задачи отрасли (включая геологическое захоронение) отодвигаются в сторону или выполняются абы как. При этом зачастую выясняется, что реальные геологические процессы, экспериментальное изучение которых подменяется теоретическими расчетами, приводят к неприятностям на порядки более значимым, чем теоретически предсказанные.

Российская ядерная отрасль изолируется от комплексных знаний о Земле, от горно-геологической науки и практики в ее полноте, фактически пренебрегает мировым опытом. Проявляет готовность «свалить» отходы своей и чужой деятельности «в первую попавшуюся дыру», решает сложную задачу примитивно по принципу «приятного во всех отношениях» Нижнеканского массива «под боком», игнорирует факт развития и перспективы абиогенных и сланцевых углеводородов. Вслед за сланцевой революцией и так же быстро по срокам начала. Тем самым она многопланово дискредитирует себя. И рискует полностью потерять надежных сторонников широкого профессионального спектра, в том числе и среди специалистов в науках о Земле.

«Геологическое хранение ядерных материалов» - это горно-геологическая проблематика? Да, горно-геологическая. Но по ряду исторических и политических причин «гражданские» геологи и горняки со всем их разносторонним опытом и методами исследований отстранены от этих дел. Хотя в начале «Атомного проекта» массовыми поисками урана, подземными объектами значительно помогли Минатому и стране. Когда атомные энергетики сотворили при помощи «национального типа реактора» беду в Припяти, «рудознатцам» и «горщикам» выпало «врукопашную» бороться с «Китайским синдромом» под разрушенной активной зоной. Сейчас же, как мне кажется, даже в рамках специальной ядерно-горно-геологической тематики горняки/геологи и ядерщики существуют и предпочитают существовать в «разных параллельных мирах». Это ошибка. Необходимо понимание того, что участие специалистов по Земле в таких исследованиях должно быть усилено. Во взаимодействии с ядерщиками, но без давления со стороны Росатома.

Благодарю за поддержку исследований профессора Brigitte Falkenburg.

Памяти советских геофизиков, работавших в Мурманской области, а также персонально геологу Анатолию Федоровичу Станковскому посвящает автор данную работу.

Литература

1. Никипелов Б. Этика и диалектика в ядерной энергетике / Бюллетень по атомной энергии / ЦНИИ Атоминформ, 2003. № 10. С. 7-14.

Копылова Ю.Г.¹, Евтюгина З.А.², Гусева Н.В.¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
uprc_voda@mail.ru

²Апатитский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет» (АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ»), г. Апатиты
zina_evt@mail.ru

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Формирование химического состава подземных вод в условиях гумидного климата происходит в несколько этапов. Применительно к зоне гипергенеза формирование состава вод начинается в атмосфере и продолжается в почвах и горных породах до тех пор, пока вода не окажется в области разгрузки и не покинет горные породы. В соответствии с этим выделяется три этапа формирования состава подземных вод: атмосферный, биогенный и литогенный (Shvartsev, 2008). На каждом этапе воды преобретают свой неповторимый облик. При этом состав вод на каждом этапе может быть резко изменен под воздействием антропогенных факторов

Цель данной работы - это выявление особенностей химического состава подземных вод на разных этапах его формирования в условиях разной антропогенной нагрузки. Объектами исследования являлись атмосферные, почвенные воды в фоновом (условно) районе в южной части водосбора оз.Умбозеро и в техногенном редколесье западной части территории водосбора оз.Имандра, подверженной воздействию соединений серы, меди и никеля – выбросов предприятий Кольской горно-металлургической компании (промплощадка «Мончегорск»). Лизиметрические воды из почвенного профиля ненарушенного сложения отбирались на уровне переходной зоны иллювиального горизонта и почвообразующей породы. Площадки расположены в 100 и 7 км от источника выбросов (Евтюгина, 1995). Для характеристики состава подземных вод привлечены результаты химических анализов родниковых вод, которые опробовались с 1990 по 2010 годы (Центрально-Кольская экспедиция - ОАО «ЦКЭ», г.Мончегорск) – рис. 1.

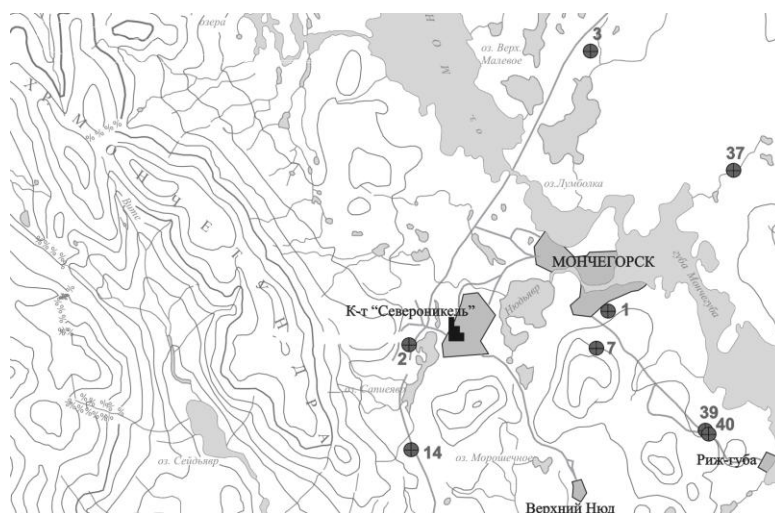


Рис. 1. Схема расположения родников в Мончегорском районе Мурманской области (исп. Елизарьева З.И. - ОАО «ЦКЭ»)

В пределах Мончегорской депрессии четвертичные отложения перекрывают породы кристаллического фундамента. Почвенный покров служит биогеохимическим барьером на пути меди и никеля, инфильтрующихся с атмосферными водами. Почвы и ледниковые отложения, почти повсеместно распространенные на территории Мончегорского района, защищают подземные (родниковые) воды от проникновения загрязненных тяжелыми металлами атмосферных осадков. Механическое воздействие, нарушающее условия формирования подземного стока, может привести к повышению концентраций никеля в родниковой воде (Евтюгина, Горбачева, 2012). В почвах, загрязненных тяжелыми металлами и соединениями серы, снижается активность биохимических процессов, осуществляемых микроорганизмами (Евдокимова, 1995). Концентрации ионов аммония (медиана – 0.20 мг/л) и нитрат-ионов (0.32 мг/л) в атмосферных осадках не позволяют говорить о загрязнении дождевых вод соединениями азота. Отсутствие растительности на техногенных пустошах и, соответственно, снижение поглощения нитратов, которые, как известно, являются основной формой азотного питания растений, сопровождается увеличением концентрации нитрат-иона не только в лизиметрических водах деградированной почвы – пустоши техногенной (2.83 мг/л), но и в водах родников №№ 2 и 14 – 1.66 и 2.95 мг/л. Эти родники находятся на территории, где разрушен лес, почва эродирована до минеральных горизонтов, произрастают редкие кустарники, встречаются злаки, вороника.

Подземные воды в рассматриваемом районе представлены инфильтрационными водами зоны региональной трещиноватости образований протерозоя печенга-варзугского комплекса интрузий от дунитов до габброноритов (родники 7 и 14) и архейских образований вежетундровского эндербит плагиигранитового комплекса гнейсодиоритов, биотит амфиболовых и амфибол-гиперстеновых (родники 1, 2, 3, 37). Напорные трещинно-жильные воды вскрыты самоизливающимися скважинами 39 и 40 в образованиях протерозоя печенга-варзугского комплекса интрузий на контакте с кукушкинской свитой стрельнинской серии верхней подсвиты, представленной метабазами, амфиболами с горизонтом элювиальных конглобрекций (Ананьев и др., 2011). Собственно родники – восходящие (кроме № 2 и № 1), питание за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока трещинно-жильных вод. Родник № 2 – инфильтрационного типа, дренирует озерно-ледниковые отложения.

Подземные воды - родники 1, 2, 3, 37 - по химическому составу сульфатно-гидрокарбонатные, иногда (в роднике 2) гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые со средними концентрациями натрия около 18%-экв и калия – 4%-экв.

Воды родников 7 и 14 слабокислые или околонеутральные сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые со средней минерализацией 34 мг/л. В ионном составе воды концентрации натрия составляют в среднем до 5%-экв.

Трещинно-жильные воды, вскрытые скважинами 39 и 40, околонеутральные (среднее значение pH 7.51), гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, магниевые – кальциевые с минерализацией около 270 мг/л. В ионном составе воды концентрации натрия составляют в среднем около 12%-экв.

На литогенном этапе формирования химического состава вод определяющим процессом является их взаимодействие с горными породами. В условиях взаимодействия вод с горными породами химического и биогенного генезиса (карбонаты, сульфаты, хлориды, фосфаты и др.) состав

подземных вод определяется составом водовмещающих отложений. В пределах алюмосиликатных пород состав воды зависит не столько от типа породы, сколько от стадии ее взаимодействия с последней.

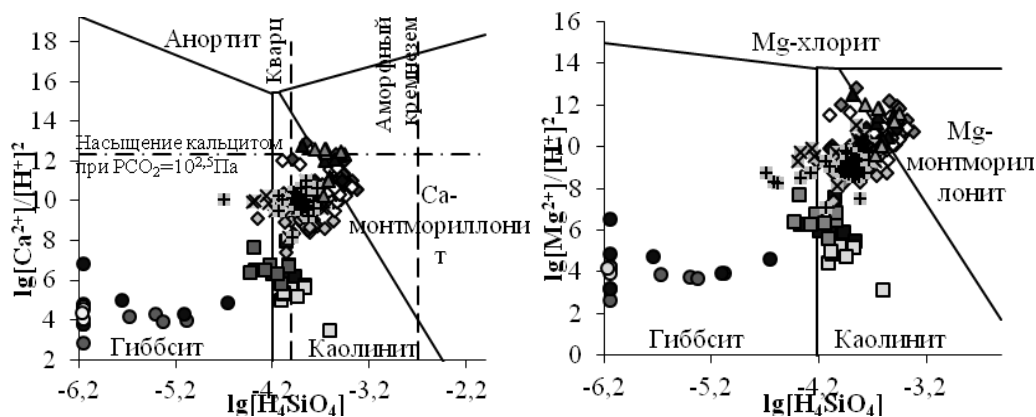
Для определения стадии взаимодействия рассматриваемых подземных вод проведена оценка степени их насыщенности вторичными минеральными продуктами: гиббситом, каолинитом, монтмориллонитами, гидрослюдой, кальцитом и др. В основу изучения геохимических процессов в системе вода-порода положены методы равновесной термодинамики и анализ элементарных реакций, начальными продуктами которых являются основные породообразующие минералы и вода, конечными – вторичные минералы, а также ионы и нейтральные молекулы, которые перешли в жидкую фазу. В данной работе использовались реакции, приведенные в работе (Зверев, 1982). Степень и стадия взаимодействия вод с горными породами оценивалась с использованием индекса неравновесности или, по терминологии В.П. Зверева, показателя $A = \lg K - \lg Q$, где K – константа реакции, Q – квотант реакции. По мере насыщения вод относительно какого-либо минерала индекс неравновесности уменьшается, стремясь к нулю, при пересыщении вод его значения становятся отрицательными; нулевое значение характеризует равновесное состояние (Зверев, 1982).

На рисунке 2 можно проследить эволюцию состава вод от атмосферных осадков до подземных вод. Так на атмогенном этапе формирования состава вод наблюдается насыщение наиболее труднорастворимыми вторичными минералами. Атмосферные осадки в зоне влияния техногенных выбросов на расстоянии 7 км от очага загрязнения кислые с pH 4.1-4.7 и наличием кремния в концентрациях до 0.11 мг/л равновесны с окислами алюминия (гиббситом) (рис. 2, 3). Атмосферные осадки в виде дождя на фоновой площадке в 100 км от очага загрязнения с pH 4.3-6.1 и содержанием кремния 0.02-0.62 мг/л, а снеговые воды с pH 4.3-4.9 и концентрациями кремния 0.02 мг/л также равновесны с окислами алюминия (гиббситом) (рис. 2, 3).

Лизиметрические воды в 7 км от очага загрязнения равновесны с каолинитом с минерализацией от 25 до 39 мг/л и слабокислые с pH от 5.19 до 5.39. При концентрации кремния менее 2 мг/л в период весеннего и летнего паводков наблюдается равновесие с гиббситом. Лизиметрические воды пустоши техногенной (в 7 км к юго-западу от очага загрязнения) находятся в равновесии с каолинитом при минерализации 32 мг/л и pH от 3.66 до 4.84, а также с концентрациями кремния от 2.16 до 2.71 мг/л.

На фоновой площадке в 100 км от очага загрязнения лизиметрические воды с минерализацией 14 мг/л и с pH 5.66-6.35 при концентрации кремния 1.0-1.48 равновесны с окислами алюминия. При увеличении концентраций кремния от 5.27 до 5.99 мг/л достигается равновесие вод к каолиниту. Обращает на себя внимание тенденция к смещению насыщения вод к более высоким стадиям по мере увеличения степени воздействия на них.

Инфильтрационные подземные воды зоны региональной трещиноватости в архейских образованиях, разгружающиеся в роднике 1, равновесны с каолинитом при pH 7.0 и содержаниях H_4SiO_4 от 4 до 6 мг/л. При разубоживании подземных вод и снижении pH в среднем до 7.2 и концентраций кремния до 4.9 мг/л в период весенних, летних и осенних паводков (март, май, июль и октябрь) в подземных водах сохраняется равновесие с каолинитом. При изменении кислотно-щелочных условий в сторону повышения pH (до слабощелочных) и увеличении средних концентраций кремния до 8.9 мг/л достигается равновесие вод с Ca- и Mg- монтмориллонитами (рис.3).



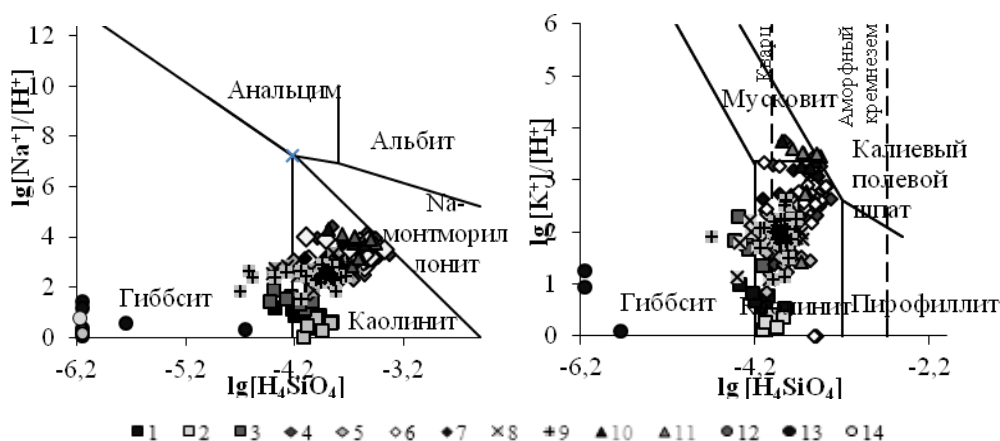


Рис. 2. Диаграммы равновесия вод с алюмосиликатными минералами.

(Лизиметрические воды: 1 – почвенный профиль в 7 км от очага загрязнения; 2 – пустошь техногенногенная в 7 км к юго-западу от очага загрязнения, 3 – фоновый участок. Подземные воды: 4 – родник 1; 5 – родник 2; 6 – родник 3; 7 – родник 37; 8 – родник 7; 9 – родник 14; 10 – родник 39; 11 – родник 40. Атмосферные осадки: 12 – дожди на техногенно нарушенном участке, расположенном в 7 км от очага загрязнения, 13 – дожди на фоновом участке, 14 – снег на фоновом участке)

Воды инфильтрационного типа в роднике 2, расположенного на территории, почти полностью лишенной растительного покрова, и дренирующем озерно-ледниковые отложения, наиболее подвержены процессам разубоживания. Эти воды слабокислые, равновесные с каолинитом при концентрациях кремния от 2.7 до 7.65 мг/л. При уменьшении концентраций кремния до 1.7 мг/л и pH в среднем до 6.45 подземные воды становятся равновесными с гиббситом (рис. 2, 3).

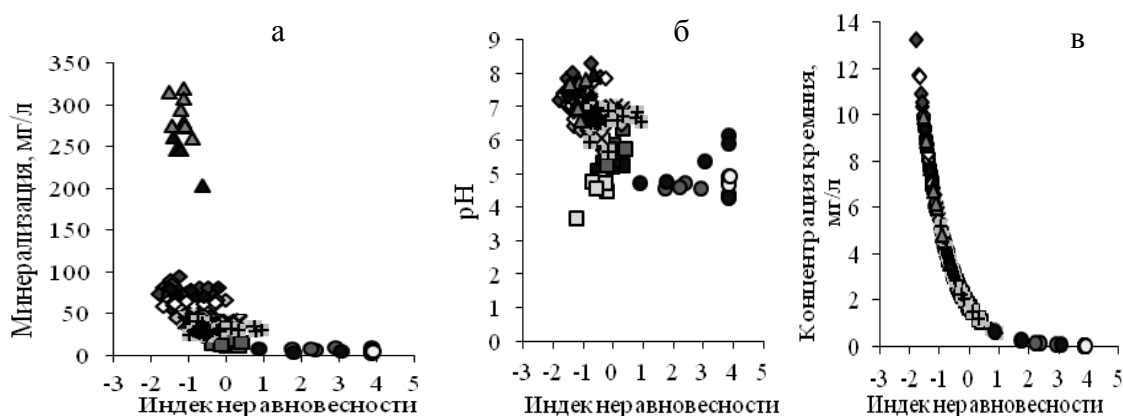


Рис. 3. Зависимость минерализации (а), pH (б) и концентрации кремния (в) от степени насыщенности лизиметрических, подземных и атмосферных вод каолинитом

Подземные воды родника 3 находятся преимущественно в состоянии равновесия с Са- и Mg-монтмориллонитами. В нейтральных водах с pH 6.65-7.8 и концентрациями кремния от 2.2 до 6.4 мг/л иногда наблюдается равновесие с каолинитом (рис.3, 4).

Режимные наблюдения за изменением состава подземных вод зоны региональной трещиноватости, разгружающихся в родниках 7, 14 и 37, показывают стабильность их состава и состояние их равновесия с каолинитом: в роднике 14 при средних значениях pH 6.6 и кремния 3.15 мг/л, в роднике 7 – при средних значениях pH 6.92 и содержаниях кремния 3.95 мг/л и в роднике 37 при pH –7.41 и кремния –4.03 мг/л (рис. 2).

Трещинно-жильные воды, вскрытые скважинами 39 и 40, достигают равновесия с Са- и Mg-монтмориллонитами, слабощелочные с pH от 7.0 до 7.99 и концентрациями кремния от 3.6 до 9.9 мг/л (рис. 4). При снижении pH до нейтральных значений степень равновесности несколько снижается, но воды остаются насыщенными Са-монтмориллонитом и находятся в околоравновесном состоянии с Mg-монтмориллонитом.

Таким образом, в процессе взаимодействия вод с алюмосиликатными образованиями в водах достигается равновесие преимущественно с каолинитом, иногда с гиббситом.

Приведенные данные по состоянию равновесия подземных вод с породообразующими минералами показывают, что исходя из жидкофазного механизма формирования кор выветривания, нельзя согласиться с существующим мнением исследователей о том, что в подзолах Кольского полуострова каолиновая стадия выветривания силикатов отсутствует (Афанасьев, 1972). Каолиновая фаза предшествует бисиллитной стадии выветривания и каолинит мог подвергнуться разрушению (выносу).

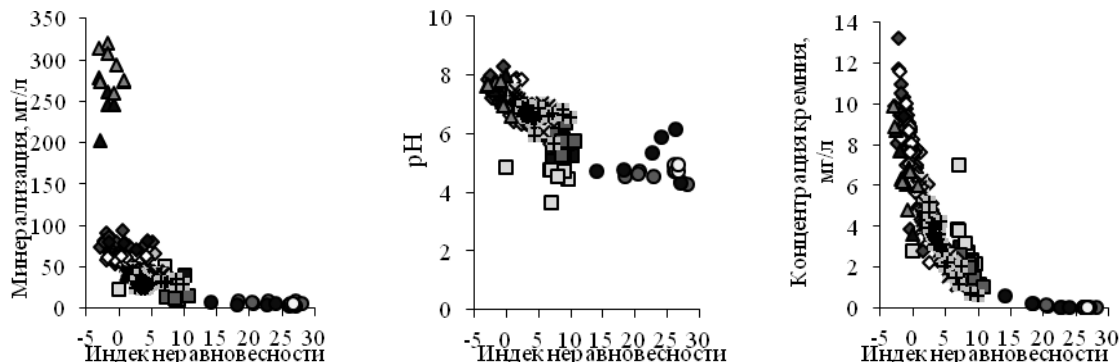


Рис. 4. Зависимость минерализации (а), pH (б) и концентрации кремния (в) от степени насыщенности лизиметрических, подземных водах и вод атмосферных осадков Са-монтмориллонитом

Глинистые минералы подзолистых почв представлены иллитом и иллит-монтмориллонитовыми неупорядоченными смешаннослойными образованиями. В некоторых случаях наблюдается примесь вермикулита (Афанасьев, 1972). Исследования (Евзеров, Кошечкин, 1981) также показывают, что глинистые частицы ледниковых отложений, залегающих на основных породах Мончетундровского района (хребет Мончетундра), представлены смесью иллита, хлорита, иллит-вермикулита, хлорит-вермикулита.

Литература

1. Ананьев В.Н., Карпова Р.В., Сычева Л.Б. Поиски подземных вод для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Мончегорска Мурманской области. Отчет за 2008-2010 гг. Мончегорск, фонды ЦКЭ, 2011.
2. Афанасьев А.П. О каолините в подзолах Кольского полуострова в связи с его палеогеографическим значением // Вопросы литологии фанерозоя Кольского полуострова. Л., 1972. С. 82-88.
3. Евдокимова Г.А. Эколого-микробиологические основы охраны почв Крайнего Севера. Апатиты, 1995. 272 с.
4. Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И. Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. Л., Наука, 1981. 104 с.
5. Евтюгина З.А., Горбачева Т.Т. Тяжелые металлы в родниковых водах на территории воздействия выбросов предприятия цветной металлургии. Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Мат. VII Междунар. науч.-практ. конф. Семипалатинский гос. пед. ин-т, 4-8 окт. 2012 г. Т. II. Семей, 2012. С. 76-78.
6. Евтюгина З.А. Опыт изучения формирования химического состава природных вод в условиях аэротехногенного загрязнения // Синтез систем вычислительного эксперимента. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. С. 98-117.
7. Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов. М.: Недра, 1982. 182 с.
8. Shvartsev S.L. Geochemistry of Groundwater in the Main Landscape Zones of the Earth / Geochemistry International.- USA: Pleiades Publishing, Ltd, 2008. P. 1285-1398.

Кошкина Л.Б., Сулименко Л.П., Маслобоев В.А.

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
koshkina@inep.ksc.ru

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНО-РУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Горно-обогатительные комбинаты являются одним из наиболее мощных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. Особенно это актуально для Мурманской области с высокой степенью концентрации горнодобывающих предприятий, высокой экологической уязвимостью природной среды и низкой ассимиляционной способностью природных экосистем Севера к антропогенным нагрузкам. Специфика добычи и обогащения руд заключается в извлечении и переработке огромных масс горных пород, из которых используется лишь небольшая часть, все остальное накапливается в виде сбросов и отходов, загрязняющих окружающую среду. Для районов ГОКов характерны резкие изменения характера и интенсивности поставки химических элементов в водотоки, которые усиливаются в результате процессов выветривания в складываемых горных массах на разрабатываемых месторождениях. Даже после прекращения функционирования ГОКов уровень загрязнения природных водоемов может оставаться достаточно высоким. Значительный вклад в загрязнение вносят тяжелые и цветные металлы, присутствующие в сбросах шахтного, рудничного и карьерного водоотлива, обогатительных фабрик и хвостохранилищ, поверхностных стоках с территорий горных отвалов. Для железорудных ГОКов Мурманской области наиболее характерными ингредиентами загрязнения являются железо, медь марганец.

Анализ литературных данных свидетельствует, что способы извлечения тяжёлых и цветных металлов из крупнотоннажных стоков горнопромышленного комплекса являются затратными, учитывая сложный состав примесей и их дисперсность, а также образование большого количества токсичных шламов (Алексеев, 2003; Кушни, 1987). Поэтому весьма актуальным является изучение вопроса использования геохимических барьера в этих целях. Фильтрующий материал для их сооружения должен быть недорогостоящим и широко распространённым. Наиболее благоприятные условия складываются в тех геологических формациях, где слагаемые их породы являются также сорбционно-активными по отношению к загрязняющим ингредиентам (Перельман, 2002; Алексеев, 2003; Пестриков, 2006). В связи с этим были проведены исследования сорбционных свойств некоторых карбонатсодержащих пород Ковдорского месторождения и доломиты Титановского месторождения Кольского полуострова, и способы их модифицирования с целью придания оптимальных свойств по отношению к извлечению тяжелых и цветных металлов из сбросных стоков.

Модифицированные карбонатиты представляют собой носитель с иммобилизованным комплексом переходных металлов. Органические функциональные группы, связанные с поверхностью носителя подвергались специфическому воздействию, изменяя стехиометрию вблизи иона металла с целью повышения сорбционной емкости и селективности по отношению к определенным агентам. Синтез модифицированных карбонатитов проводился при высокой температуре в контролируемой газовой среде, в качестве носителя использовались карбонатиты, а источника функциональных групп – лигносульфонаты (ЛС). Проведенные ранее физико-химические исследования позволили установить, что на формирование сорбционных свойств на поверхности носителя в первую очередь оказывает влияние природа металла комплексообразователя и элементный состав, образующихся в процессе пиролиза ЛС координационных соединений, который контролируется использованием различных способов функционализации ЛС (Зосин, 1998). С целью выявления природы сорбции полученных материалов был исследован элементный состав функциональных групп, образующихся в процессе синтеза. Для решения этой задачи использован метод дифференцированного определения свободных функциональных групп, который дает возможность только дифференциального определения их содержания, позволяя установить влияние поверхности носителя и катиона модификатора на структуру формирующегося комплекса в процессе пиролиза ЛС (Закис, 1975). Установлено:

- в процессе пиролиза деструкция ЛС происходит посредством гидрирования, с образованием смеси гидрированных и негидрированных продуктов - ароматических углеводородов и фенолов;

- карбоксильные группы участвуют в закреплении формирующегося комплексного соединения и не влияют на адсорбционные свойства синтезированных материалов. Содержание карбоксильных групп не зависит от способа функционализации, а определяется температурой пиролиза. Иммобилизация комплекса происходит в соответствии со спецификой карбоксильных групп, т.е. в результате взаимодействия ОН-групп, принадлежащих COOH , с кислородом носителя.

- характер процессов сорбции для разработанных материалов определяется наличием метоксильных групп и для доломита их содержание выше, чем у кальцита. Сульфатные и

сульфоксильные группы осуществляют взаимодействие с полярными соединениями и участвуют в образовании донорно-акцепторных связей в процессе сорбции.

На полученных материалах изучены процессы сорбции Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} в статическом режиме. Навеска сорбента гранулометрического состава $-0.30+0.17$ мм высушивалась при температуре 105°C до постоянного веса и выдерживалась в растворе солей металлов ($C_{\text{Me}} \sim 50$ мг/л) при $T:Ж=1:100$ и $\text{pH} \sim 5.9$, 8,5 7 суток.

Полученные результаты показали, что наиболее эффективно извлечение катионов тяжелых и цветных металлов происходит на доломите, поверхность которого прошла специальную обработку легирующими компонентами (скорость и степень извлечения выше). Термоактивированный доломит и кальцит, являются менее эффективным и кроме того, карбонатиты в природной форме не очищает раствор от марганца. Для сравнения на рис. 1, 2 приведены кинетические кривые сорбции термоактивированного и модифицированного доломитов Титановского месторождения. При использовании в качестве сорбента термоактивированного доломита степень извлечения металлов через 7 суток составляет: $\text{Cu} \sim 98\%$, $\text{Fe} \sim 87\%$, $\text{Mn} \sim 70\%$. На модифицированном доломите уже через 7 часов железа извлекается до 90%, марганца до 87%, а через 3 суток степень извлечения Fe , Mn , Cu составляет $96 \div 98\%$.

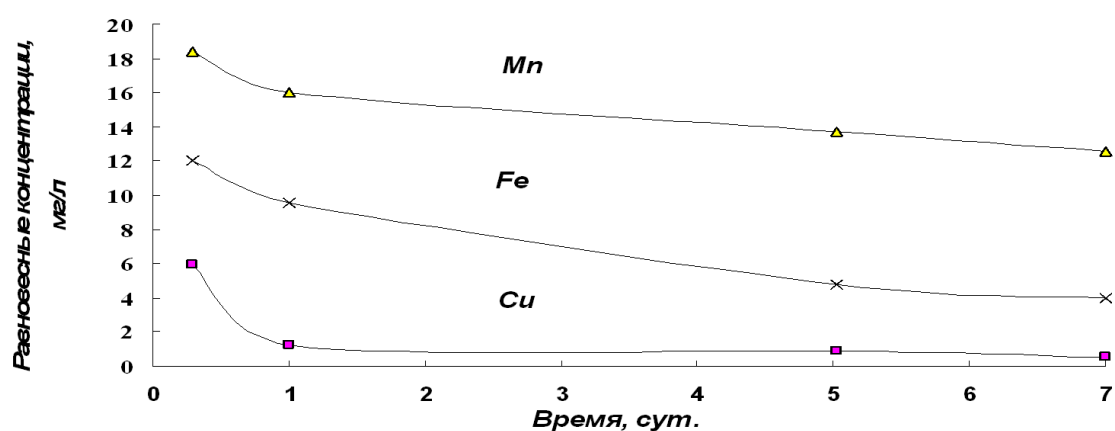


Рис. 1. Кинетика сорбции Mn , Cu , Fe термоактивированным доломитом.

$C_{\text{исх}}$, мг/л: $\text{Mn}=48.8$, $\text{Cu}=51.3$, $\text{Fe}=49.5$. $T:Ж=1:100$, $\text{pH}=8.12$

Изучена устойчивость сорбционно-активных материалов, насыщенных просорбированными катионами, к процессам гидролитической диссоциации. Установлено, что карбонатиты в исходной природной форме и термоактивированный доломит, насыщенные Cu , Mn , Fe , диссоциируют с выделением в раствор ранее просорбированных катионов в кислой области при $\text{pH} < 6.0$ и щелочной при $\text{pH} > 8$. В области при $6 < \text{pH} < 8$ десорбции в контактный раствор не наблюдается. Отработанный термоактивированный доломит десорбирует до 46% Mn , ~34% Fe и ~24% Cu (рис. 3).

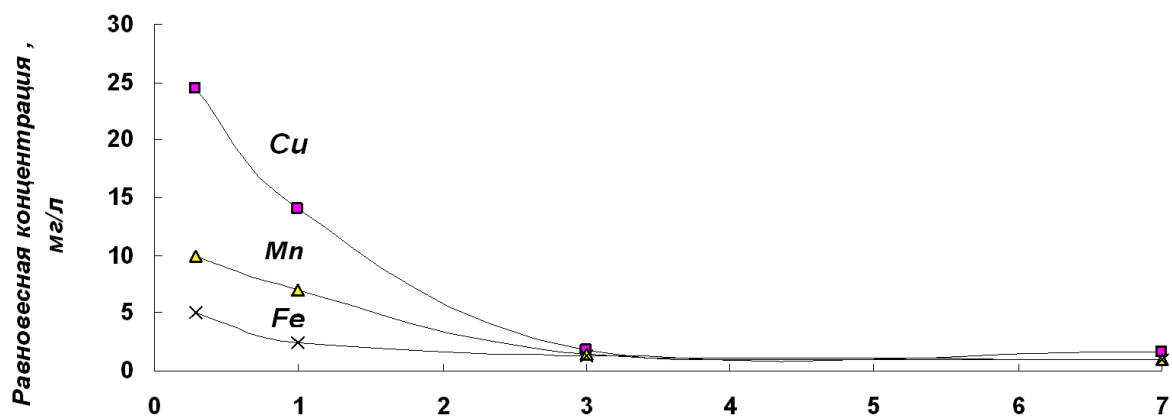


Рис. 2. Кинетика сорбции Mn, Cu, Fe модифицированным доломитом.
 $C_{исх.}$, мг/л: Mn=48.8, Cu=51.3, Fe=49.5. T:Ж=1:100, pH=8.12

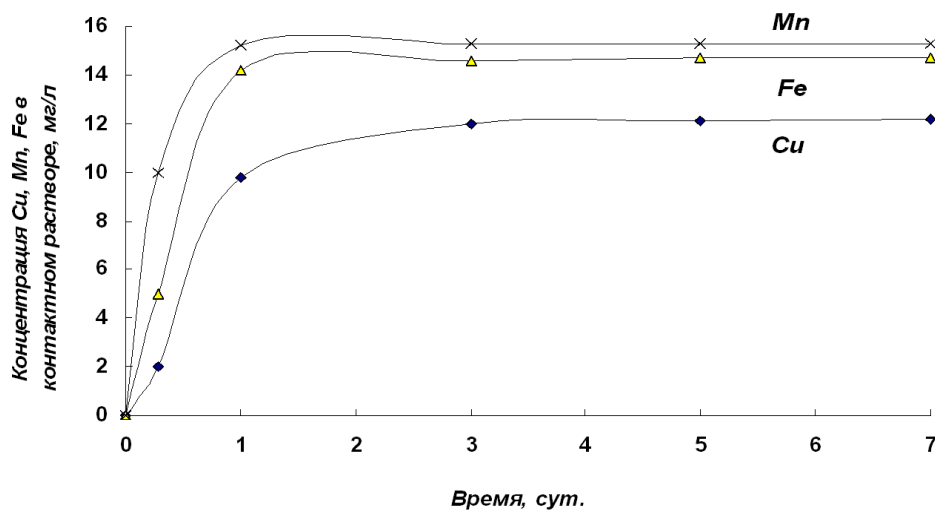


Рис. 3. Кинетика десорбции Cu, Mn и Fe из сорбента на основе термоактивированного доломита

Модифицированные карбонаты существенно более устойчивы к процессам гипергенного разрушения (рис. 4). Оработанный модифицированный доломит десорбирует Fe ~1%, Mn и Cu <3%.

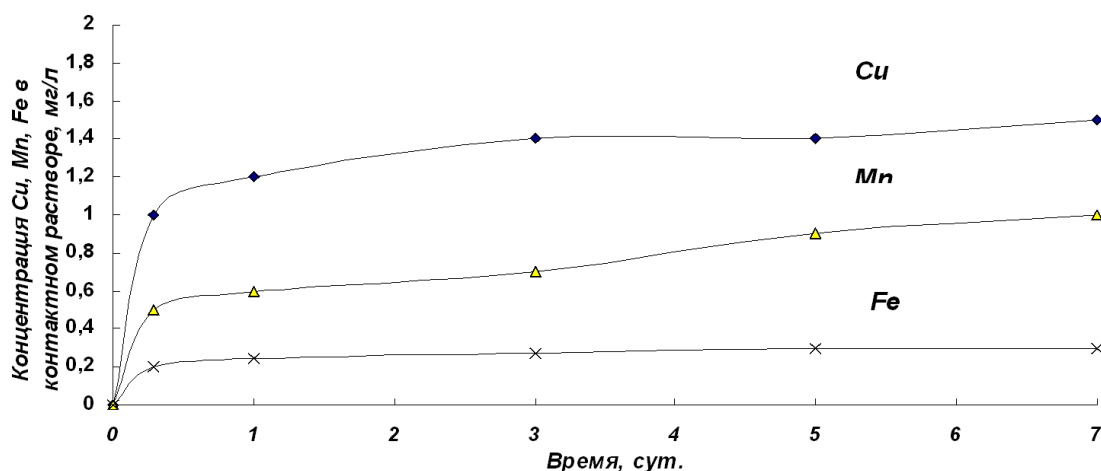


Рис. 4. Кинетика десорбции Cu, Mn и Fe из сорбента на основе модифицированного доломита

Таким образом, модифицированные доломиты с нанесённым углеродминеральным слоем являются перспективными материалами в качестве сорбционной составляющей при создании геохимических барьеров для локализации потоков рассеивания тяжелых и цветных металлов крупнотоннажных технологических стоков.

Разработанные материалы были предложены для решения экологических проблем в системе водопользования железорудного горно-обогатительного комбината ОАО «Ковдорский ГОК». Наиболее проблемным вопросом для достижения нормативных показателей для ОАО «Ковдорский ГОК» является очистка от катионов марганца, а также железа и меди, присутствующих в сточных водах выпуска хвостохранилища в растворенной форме. В связи с этим, для улучшения качества многотоннажных сбросных вод и очистки от катионов Cu, Mn, Fe было предложено на выходе из вторичного отстойника хвостохранилища сооружение горизонтального фильтра, заполненного дроблёным карбонатитом, поверхность которого прошла специальную подготовку.

Были проведены лабораторные испытания синтезированных сорбентов на реальных стоках, отобранных при входе во вторичный отстойник и фильтрата от ограждающей дамбы на выпуске

хвостохранилища. Эксперименты проводились в динамическом режиме с неподвижным фильтрующим слоем сорбента (термоактивированный или модифицированный доломит с размером зерна 0.4-1.2 мм) в условиях, приближенных к реальным. Линейная скорость очищаемого раствора через слой сорбента составляла $0.23 \div 0.27$ м/ч (в соответствии с реальной средней скоростью фильтрации через тело дамбы, которая зависит от сезонности), продолжительности контакта сорбента с раствором, соответственно, ~2 ч, время проведения эксперимента 85 ч.

В ходе испытаний установлено, что лучшими сорбционными характеристиками обладает модифицированный доломит - его использование в процессе очистки реальных стоков позволяет снизить концентрацию Fe, Cu до нормативных значений ПДК (табл.). Кроме того, исследования показали, что реальные технологические воды являются трудноочищаемым объектом от марганца до значений ПДК. Уже при значении удельного пропущенного объема ~ 17 мл/г на выходных кривых сорбции наблюдается проскок катионов марганца. Это, по-видимому, связано с присутствием Mn в технологическом стоке в виде комплексов, затрудняющих его каталитическое окисление на сорбенте. Анализ имеющейся научной информации по очистке воды от марганца показывает, что эффективность его извлечения на сорбентах можно повысить путем введения окислителей.

Результаты испытания сорбентов на основе карбонатитов Ковдорского месторождения в процессе очистки сточных вод на выпуске из хвостохранилища от катионов Mn, Fe, Cu.
Скорость фильтрации – 0.42 м/ч. ПДК_{Mn}=0.01 мг/л; ПДК_{Fe}=0.1 мг/л; ПДК_{Cu}=0.001 мг/л

Удельный пропущенный объем, мл/г	Концентрация катионов в очищаемом растворе, мг/л											
	сорбент - термоактивированный доломит						сорбент - модифицированный доломит					
	сток трубы перетока во вторичный отстойник			фильтрат от ограждающей дамбы			сток трубы перетока во вторичный отстойник			фильтрат от ограждающей дамбы		
	Mn	Fe	Cu	Mn	Fe	Cu	Mn	Fe	Cu	Mn	Fe	Cu
0	0.79	0.15	0.0048	2.29	0.37	0.0071	0.79	0.15	0.0048	2.29	0.37	0.0071
3.33	0.001	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы
6.67	0.002	следы	следы	0.01	0.1	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы
10.00	0.02	следы	следы	0.02	0.14	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы
13.33	0.045	следы	0.001	0.02	0.20	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы
16.67	0.06	следы	0.003	0.03	0.21	0.002	0.01	следы	следы	0.01	следы	следы
20.00	0.065	следы	0.0048	0.06	0.29	0.005	0.01	следы	следы	0.01	следы	следы
23.33	0.085	следы	0.0048	0.09	0.31	0.0071	0.01	следы	следы	0.016	следы	следы
26.67	0.096	следы	0.0048	0.12	0.37	0.0071	0.01	следы	следы	0.021	следы	следы
30.00	0.098	следы	0.0048	0.14	0.37	0.0071	0.018	следы	следы	0.039	следы	следы
33.33	0.25	следы	0.0048	0.18	0.37	0.0071	0.056	следы	следы	0.050	следы	следы
36.67	0.36	следы	0.0048	0.19	0.37	0.0071	0.059	следы	следы	0.073	следы	следы
40.00	0.41	следы	0.0048	0.24	0.37	0.0071	0.064	следы	следы	0.15	следы	следы
43.33	0.79	следы	0.0048	0.29	0.37	0.0071	0.061	следы	следы	0.85	следы	следы
46.67	0.79	следы	0.0048	0.32	0.37	0.0071	0.092	следы	следы	1.5	следы	следы
50.00	0.79	следы	0.0048	0.34	0.37	0.0071	0.19	следы	следы	2.29	следы	следы

Литература

1. Алексеев В.А., Алексеев В.И. Геохимические барьеры. М.: Логос, 2003. 149 с.
2. Зосин А.П., Приймак Т.И., Кошкина Л.Б. Влияние катионов модификаторов на каталитические свойства органоминеральных материалов с закрепленными металлокомплексами на основе лигносульфонатов. XVI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. М., 1998. С. 119-120.
3. Закис Г.Ф., Можейко Л.Н., Тельшева Г.М. Методы определения функциональных групп лигнина. Рига: Изд-во Зинатне, 1975. 176 с.
4. Кушни Дж.К. Удаление металлов из сточных вод. М.: Металлургия, 1987. 192 с.
5. Перельман А.И. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза. М.: Изд-во МГУ, 2002. 11 с.
6. Пестриков С.В., Исаева О.Ю., Мустафин А.Г., Суюндуков Я.Т., Ковтуненко С.В., Красногорская Н.Н. Экологические технологии: применение карбонатного эколого-геохимического барьера для удаления тяжёлых металлов из водных сред // Инженерная экология, 2006. № 2. С. 8-19.

Курбанова Ф.Г., Шумкова М.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва
nirvana451f@mail.ru

СРАВНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПРИМИТИВНЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»

В настоящее время активно развивается учение о геохимии почв. Актуальность этого направления связана в значительной мере с разнообразными экологическими функциями, которыми обладают почвы, обеспечивая устойчивость биосферы. Многие проблемы загрязнения окружающей среды зависят от поведения загрязнителей в различных почвенных условиях.

Однако мало внимания уделяется слаборазвитым почвам, их генезису, свойствам и динамике. Этот вопрос входит в сферу интересов не только ученых почвоведов, но в большей степени исследователей мха и лишайников.

Целью данной работы является сравнение данных о геохимических условиях примитивных почв настоящего времени с данными, полученными в 1978 году.

Основой написания этой работы является исследование, проведенное в июне 2013 г. на территории заповедника «Кивач», а также отчет об исследовании почв «Кивача», написанный В.А. Долотовым при центральном музее почвоведения им. М.В. Докучаева.

На *полевом этапе* нами был проведен отбор почвенных образцов, взятых на разных участках заповедника и описание почвенного профиля. Выбор этих участков основывался на отчете 1978 года, для того, чтобы сравнивать именно те почвы, которые были описаны 35 лет назад.

На *лабораторном этапе* в Москве мы определили окислительно-восстановительные и щелочно-кислотные условия, содержание гумуса и валовой состав почв.

Согласно учениям об эволюции и динамики почв за это время могли измениться такие параметры, как: состав почвенных растворов, почвенного поглощающего комплекса, верхние органические горизонты. Мы предполагаем, что за предшествующие 35 лет в данных почвах мог сильно измениться как сам профиль почв, так и его свойства.

Литература

1. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. Изд-во МГУ, 1990.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд. МГУ, 1988. 137 с.

Лебедев И.Е.

Мурманский государственный гуманитарный университет, г. Мурманск
i.lebedevich@gmail.com

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г. МУРМАНСКА

Глобальный процесс урбанизации сопровождается интенсивным загрязнением природной среды, представляющим собой геохимический процесс рассеяния химических элементов и подчиняющимся общим закономерностям (Терехина, 1998). Наиболее типичными загрязняющими веществами атмосферного воздуха городов являются: пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, формальдегид, бенз(а)пирен, фенол, сажа, углеводороды (Земляная, 2006; Лештаев, Николаев, 2005).

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в г. Мурманске осуществляет сеть станций Мурманского УГМС (Мурманская миля, 2013). Так же по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области экспертную оценку загрязнения атмосферного воздуха осуществляет ОАО «НИИ Атмосфера». Крупнейшими источниками загрязнения атмосферы в г.Мурманске являются Мурманская ТЭЦ, Мурманский морской торговый порт и завод по термической обработке твердых бытовых отходов (Яковлев, 2007).

Цель исследования – изучение динамики загрязнения атмосферного воздуха города Мурманска. Для исследования использованы данные из ежегодных докладов о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области (Доклад о состоянии..., 2004-2012) и Мурманского отделения Росстат за период с 2007 по 2012 гг.

В таблице представлены данные по динамике загрязнения атмосферного воздуха г. Мурманска с 2007 по 2012 гг.

Динамика выбросов загрязняющих веществ г. Мурманска по данным Росстата (2007-2012 гг).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Пыль неорганическая (>70%), т/год	27.291	-	5.781	13.492	13.443	28.846
Пыль неорганическая (20-70%), т/год	-	-	64.301	31.400	95.593	69.895
Диоксид серы, тыс. т/год	26.682	27.130	24.584	25.052	23.069	21.095
Оксид углерода, тыс. т/год	0.664	1.003	0.638	0.434	0.437	0.471
Оксид азота (в пересчете на NO ₂), тыс. т/год	2.847	3.070	3.122	3.011	2.765	2.789
Формальдегид, т/год	0.029	0.005	0.005	0.079	0.296	10.837
Бенз(а)пирен, т/год	0.012	0.009	0.010	0.009	0.011	0.009
Фенол, т/год	-	0.014	0.029	0.017	0.027	0.017
Летучие органические соединения, т/год	139.776	93.705	305.658	292.767	305.611	467.771
Сажа (углерод), т/год	210.148	201.445	132.798	82.241	67.090	179.295
Углеводороды (без ЛОС), тыс. т/год	0.663	0.074	0.006	-	-	5.440

Из таблицы 1 видно, что экологическая ситуация в городе Мурманске в последние годы ухудшается. С 2010 г. более чем в 2 раза увеличились выбросы неорганической пыли. Содержание формальдегида в атмосферном воздухе города в 2012 г. повысилось почти в 36 раз по сравнению с 2011 г. За последние четыре года прослеживается устойчивая динамика увеличения выбросов летучих органических соединений. Уровень содержания сажи постепенно снижался, но в 2012 г. вырос более чем в два раза, концентрация в воздухе углеводородов в 2012 г. увеличилась почти в девять раз по сравнению с 2007 г. По остальным показателям динамика неустойчивая.

Из докладов о состоянии окружающей среды Мурманской области получены данные по валовым выбросам от промышленных предприятий, показателям загрязнения атмосферного воздуха, индексам ИЗО, СИ и НП (рис. 1-6). Анализ данных показал, что количество выбросов от стационарных источников в г. Мурманске в последние два года уменьшилось (рис. 1).

В то же время, из данных мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г. Мурманска (рис.2) следует, что комплексный индекс ИЗА постоянно растет (за исключением 2010 г.). За 10 лет индекс вырос в два с лишним раза, с 2.6 в 2003 г. до 6 в 2012 г., что характеризует уровень загрязнения атмосферного воздуха в 2012 г. как повышенный. Максимум индекса СИ составлял 4.5 в 2010 г., что практически в два раза больше по сравнению с другими годами. НП достигал максимума в 2005, 2007 и 2011 годах (рис. 2).



Рис

1. Валовые выбросы по г. Мурманску от промышленных предприятий за 2003-2012 гг., тыс. т/год

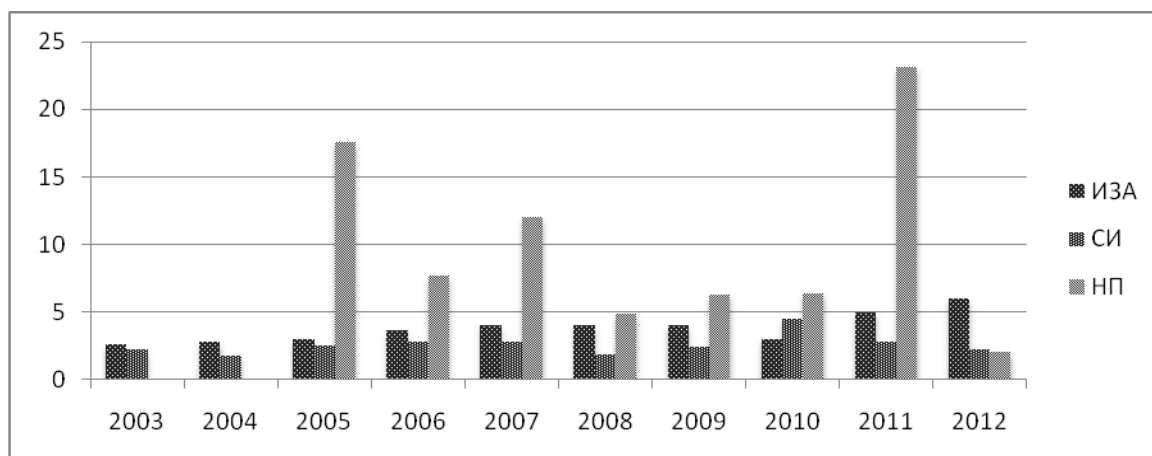


Рис. 2. Показатели загрязнения атмосферного воздуха в г. Мурманске с 2003 по 2012 гг.

Обозначения к рисунку 2: НП – наибольшая повторяемость превышения ПДК любым веществом в городе, (в %); СИ – стандартный индекс или наибольший единичный индекс загрязнения – наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого вещества, деленная на ПДК; ИЗА – комплексный индекс загрязнения воздуха, учитывающий класс опасности вредных веществ и степень их воздействия на человека (Петрова Н.Н., 2009). Если значение ИЗА < 5, уровень загрязнения воздуха города считается низким, ниже среднего по городам страны, если 5 < ИЗА < 7 – повышенный, примерно равен среднему, если 7 < ИЗА < 14 – высокий, если ИЗА > 14 – очень высокий.

В течение 2008–2012 гг. в г. Мурманске наблюдалось превышение индекса СИ по взвешенным веществам в 2010 и 2012 гг. (рис. 3).

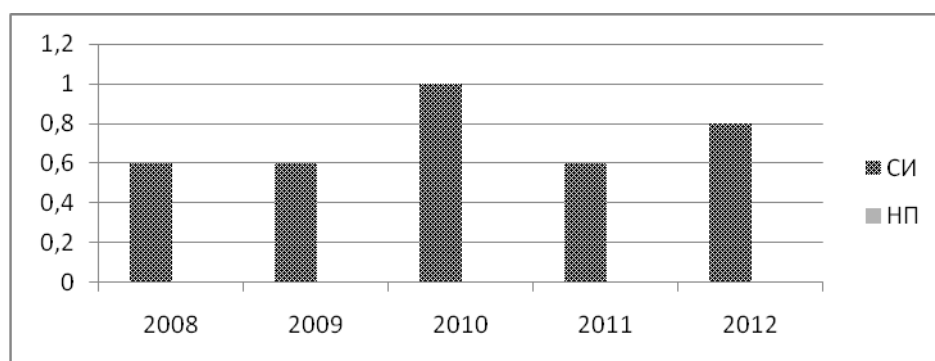


Рис. 3. Показатели СИ и НП по взвешенным веществам. НП = 0

Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП) по диоксиду азота отмечена в 2009 г. В 2010 г. индекс НП начал уменьшаться, и в 2012 вышел на максимально низкий уровень.

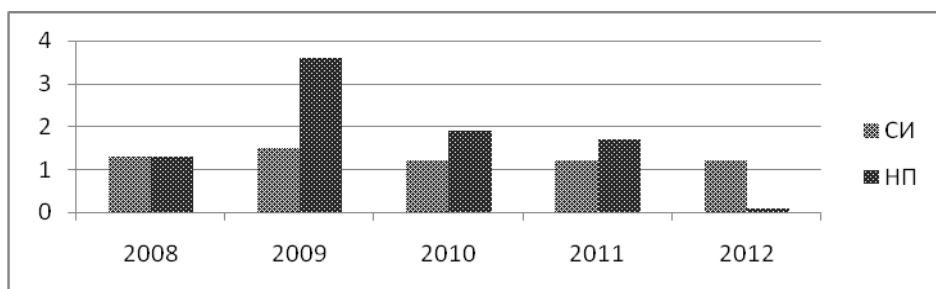


Рис. 4. Показатели СИ и НП по диоксиду азота

НП по фенолу достиг максимума в 2011 г. и снизился в 2012 г. (рис. 5). Стандартный индекс (СИ) по формальдегиду с 2010 по 2012 гг. повысился (рис. 6).

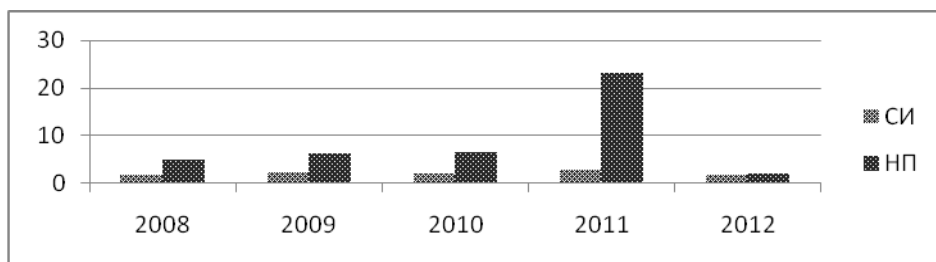


Рис. 5. Показатели СИ и НП по фенолу

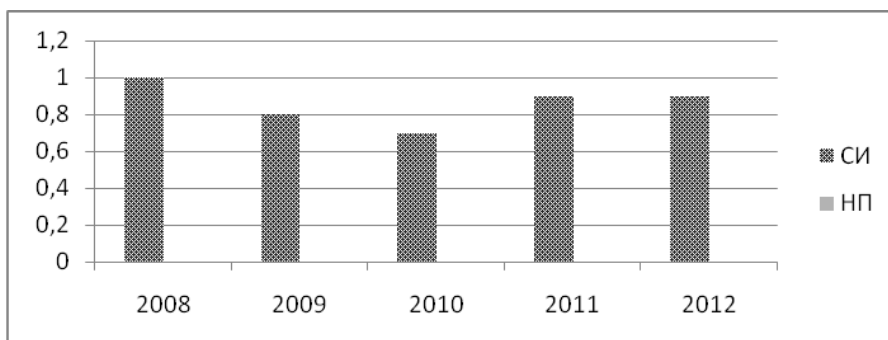


Рис. 6. Показатели СИ и НП по формальдегиду. НП = 0

На основе анализа данным Росстата и ежегодных докладов о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области можно сделать следующее заключение. Загрязнение атмосферного воздуха г. Мурманска в последние годы увеличилось за счет увеличения содержания неорганической пыли (>70%), формальдегида, летучих органических соединений, сажи и углеводородов. Необходимо проведение дальнейших исследований для выявления источников загрязнения атмосферного воздуха и причин ухудшения экологической ситуации в городе.

Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2003 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2003. 152 с.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2004 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2004. 152 с.
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2005 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2005. 152 с.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2006 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2006. 152 с.
5. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2007 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2007. 152 с.

6. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2008 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2008. 152 с.
7. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2009 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2009. 152 с.
8. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2010 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2010. 152 с.
9. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2011 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2011. 152 с.
10. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2012 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2012. 152 с.
11. *Земляная Г.М., Соленова Л.Г., Кислицин В.А.* Загрязнение атмосферного воздуха и смертность населения в областных и краевых центрах Российской Федерации. // Вестник Рос. Академии мед.наук. 2006. № 5. С. 7-12.
12. *Лештаев А.А., Николаев А.В.* Влияние урбанизации на окружающую среду и здоровье человека в условиях Крайнего Севера: Учебно-методическое пособие для студентов специальностей 011600 «Биология», 012500 «География» и 011300 «Экология». – Мурманск: МГПУ, 2005. 85 с.
13. *Петрова Н.Н.* География (современный мир): учебник / Н.Н. Петрова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ, 2009. 224 с.
14. Сфера наблюдений: земля, вода, воздух // Мурманская миля, 2013. № 2. С. 100-102.
15. *Терехина Н.В.* Многокритериальная фитоиндикационная оценка экологического состояния городской среды мегаполиса [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. кандидата наук: 11.00.11 : Географические науки. Геодезия / Н.В. Терехина; С.-Петерб. гос. ун-т. СПб., 1998. 19 с.
16. *Яковлев А.П.* Изучение анатомического строения ассимиляционного аппарата VACCINIUMMYRTILLUSL. в окрестностях завода по термической переработке твердых бытовых отходов г. Мурманска // Молодая наука Заполярья: идеи, новации, перспективы. (в 2 т.). Мурманск, 2007. С. 47-50.

Лосюк Г.Н.¹, Кокрятская Н.М.¹, Краснова Е.Д.²

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск
<http://www.iepn.ru>

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва
<http://www.msu.ru>

СЕРОВОДОРОДНОЕ ЗАРАЖЕНИЕ ОЗЕРА «КИСЛО-СЛАДКОЕ» (ББС МГУ)

На территории Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (ББС МГУ) начиная с марта 2012 г. проходит комплексная экспедиция по изучению озер, отделяющихся от Канда拉克шского залива Белого моря в результате изостатического поднятия берега. В ходе данных исследований отслеживалось сероводородное заражение озёр, находящихся на разных стадиях отделения от моря.

Наиболее изученным озером является озеро «Кисло-сладкое» 66° 32,87' N; 33° 08,14' E (на некоторых картах обозначено как Полупресная или Полусоленая лагуна), расположенное в 1.5 км от биостанции. Озеро небольшое: 170 м длина, 90 м ширина, средняя глубина 1.5 м, максимальная глубина 4.7 м. Водоём не так давно утратил связь с морем (менее полувека назад), и в настоящее время водообмен возможен только через небольшой порог во время сильных приливов и нагонов. Что и произошло осенью 2011 г., когда во время сильного нагона в озеро поступило значительное количество морской воды – во время экспедиционных работ в марте 2012 г. солёность поверхностного слоя составила 26.2‰ (рис. 1б). В дальнейшем, в течение 2012 и первой половины 2013 года происходило дальнейшее опреснение поверхностного слоя в основном за счет поступления осадков и таяния снега, так как сток с суши незначителен – около 0.01 л/с (Шапоренко, 2003, 2004). Однако, в сентябре 2013 г. вода в озере была равномерно солёной по всей толще с небольшим увеличением с 21.9 до 23.8‰ ко дну. Относительно однородное распределение солёности по вертикали – результат поступления морских вод во время особенно высоких осенних приливов.

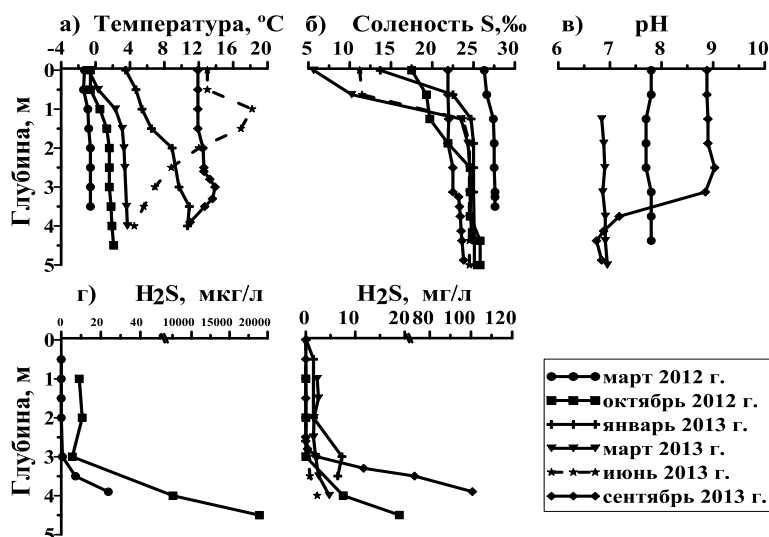


Рис. 1. Вертикальный профиль распределения температуры (а), солёности (б), рН (в), содержание сероводорода H_2S (г) в озере Кисло-сладкое

Температура (рис. 1а) озерной воды хорошо согласуется с соответствующим климатическим сезоном. В июне 2013 года наибольший запас тепла наблюдался в подповерхностном слое 0.5-1.5 м, такое распределение температуры типично для этого водоема в летний сезон (Шапоренко, 2003, 2004; Краснова, Пантюлин, 2013). Прогрев среднего слоя воды связан с поглощением солнечной радиации темным грунтом на преобладающих глубинах и затрудненным теплообменом с вышележащим менее плотным опресненным слоем воды, который служит своего рода «парниковой крышей».

Значения рН (рис. 1в) в подледный период (март 2012 и 2013 гг.) не менялись по глубине. Однако в сентябре 2013 г. в верхней части озера до глубины 3 м отмечен сдвиг рН в щелочную область (рН=8.8), что может быть следствием активного процесса фотосинтеза. При этом на глубине 3.5 м и ниже значения рН резко падают в сторону слабо-кислой (рН=6.8). Понижение рН, вероятно, связано с активностью микроорганизмов, которые производят сероводород и углекислый газ, а резкие различия между слоями воды свидетельствуют о признаках меромиксиса. В результате поступления морской воды во время осенних нагонов в 2011 и 2013 годах, в структуре почти отделившегося от моря озера стали наблюдаться существенные гидрологические изменения. После первой промывки морской водой в марте 2012 г. сероводород (рис. 1г) был обнаружен только в придонном горизонте в небольшом количестве (28.3 мкг/л). В течение летнего сезона водоем находился в изоляции, и в октябре 2012 г. сероводород определялся по всей глубине с максимальным содержанием 19 мг/л у дна, что говорит об интенсивно идущих процессах сульфатредукции в водной толще. В холодный период (в январе и марте) 2013 г. сероводород также присутствовал и в верхних горизонтах озера (1.5–2.5 мг/л) с максимальным содержанием в придонном слое (7.3 мг/л в январе и 4.8 мг/л в марте). Летом и осенью 2013 г. он сохраняется только в глубинной водной массе ниже 2.5 м. В июне его максимальное содержание ниже этого горизонта составляет 2.3 мг/л, а в сентябре возрастает почти в 50 раз (100.7 мг/л). Образование огромного количества сероводорода в сентябре связано, скорее всего, с развитием благоприятных условий для процесса восстановления сульфатов, таких как поступление достаточного количества органического вещества в летний период, большим содержанием сульфатов и созданием анакисогенных условий.

В результате проведенных исследований можно заключить, что в озере сформировалась уникальная гидрологическая структура, позволяющая проследить развитие анакисогенных процессов в условиях отделяющегося от моря водоема. Показано наличие благоприятных условий для прохождения процессов сульфатредукции и развитие сероводородного заражения в озере «Кисло-сладкое».

Литература

1. Кокрятская Н.М., Краснова Е.Д., Титова К.В., Лосюк Г.Н. Формирование сероводородного заражения отшнуровывающихся от моря озер (Кандалакшский залив Белого моря). Материалы научной конференции «Морская биология, геология, океанология – междисциплинарные исследования на морских стационарах», посвященной 75-летию Беломорской биологической станции МГУ (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 27 февраля - 1 марта 2013 г.): Тезисы докладов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 123-126.

2. Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н., Белевич Т.А., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Житина Л.С., Ильин Л.В., Кокрятская Н.М., Лунина О.Н., Мардашова М.В., Прудковский А.А., Саввичев А.С., Филиппов А.С., Шевченко В.П. Комплексные исследования отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря в марте 2012 г. Океанология. М.: Наука, 2013. Т. 53. № 5. С. 714-717.
3. Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н. Кисло-сладкие озера, полные чудес // Природа. М.: Наука, 2013. № 2. С. 39-48.
4. Шапоренко С.И. Гидролого-гидрохимическая характеристика отшнуровывающихся водоемов района ББС (Кандалакшский залив Белого моря) // Труды Беломорской биологической станции, 2003. Т. 9. С. 184-190.
5. Шапоренко С.И. Кисло-сладкие озера у Полярного круга // Природа, 2004. № 4. С. 22-30.

Мазухина С.И.¹, Максимова В.В.¹, Маслобоев В.А.¹, Хайтов В.М.², Чудненко К.В.³

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
mazukhina@inper.ksc.ru

²Кандалакшский государственный природный заповедник, г. Кандалакша
polydora@rambler.ru

³Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск
chud@igc.irk.ru

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Кандалакшский залив длительное время испытывает значительную техногенную нагрузку. В вершину залива попадают хозяйственные стоки г. Кандалакши и прилегающих территорий и сточные воды крупных предприятий. Основными являются: ЗАО «Беломорская нефтебаза», ОАО «Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ», ГУП «Кандалакшаводоканал», Умбский участок ГУП «Апатитыводоканал». Тем не менее, морская часть акватории Кандалакшского залива может быть отнесена к категории «чистых» или «незагрязненных» (Корнеев, Рыбалко, 2012).

Значительную опасность для акватории представляет загрязнение вод нефтепродуктами в районе Морского специализированного порта «Витино» и ЗАО «Беломорская нефтебаза». Гидрологические особенности акватории Кандалакшского залива определяются многочисленными пресными водотоками, играющими ключевую роль в формировании химизма вод и донных отложений. Устья нескольких крупных рек, пресные воды Канда-губы и канал Нивской ГЭС формируют градиенты солености (Хайтов и др., 2012). Особую опасность антропогенное загрязнение несет в данном районе по причине чрезвычайно замедленных процессов самоочищения и хрупкости местных экосистем.

В последние годы мониторинг уровня загрязнения вод в районе специализированного порта Витино и Беломорской нефтебазы проводится Лабораторией ЗАО «Беломорская нефтебаза» и Мурманским управлением по гидрометеорологии и контролю окружающей среды. На протяжении прошлых лет неоднократно регистрировались локальные превышения уровня загрязнения вод нефтепродуктами в данном районе.

На основе данных отбора проб летом 2012 и 2013 гг. (работы ИППЭС КНЦ РАН проводились совместно с Кандалакшским заповедником) были выполнены термодинамические расчеты по изучению ионного состава поверхностных и придонных вод вершины Кандалакшского залива.

Был получен полный гидрохимический состав вод, что позволило выявить влияние морских и пресных вод на химический состав вод Кандалакшского залива. С помощью физико-химического моделирования установлено, что в районе нефтебазы в придонном слое вод складывается неблагоприятная экологическая обстановка в результате разложения углеводов. (Хайтов и др., 2012, Калинин и др., 2013).

Данное исследование отражает результаты работ, начатых в 2011 г. Целью работ являлась - реконструкция химического состава придонных вод Кандалакшского залива в зоне влияния пресных вод, антропогенного воздействия, с применением физико-химического моделирования (ПК «Селектор», (Чудненко, 2010)).

В таблицах 1 и 2 приведены результаты химико-аналитических исследований проб отобранных в точках 3 и 4 вблизи ЗАО «Беломорская нефтебаза» (район Восточной Ряжковой салмы) и результаты расчета модельного раствора морской воды Кандалакшского залива. Глубина отбора проб придонных вод для точки 3-15 м, для точки 4-20 м. Точки показаны на рисунке в соответствии с нумерацией. Координаты точек: № 3 (N 67.2.673, E 32.23.753), № 4 (N 67.3.349, E 32.28.152).

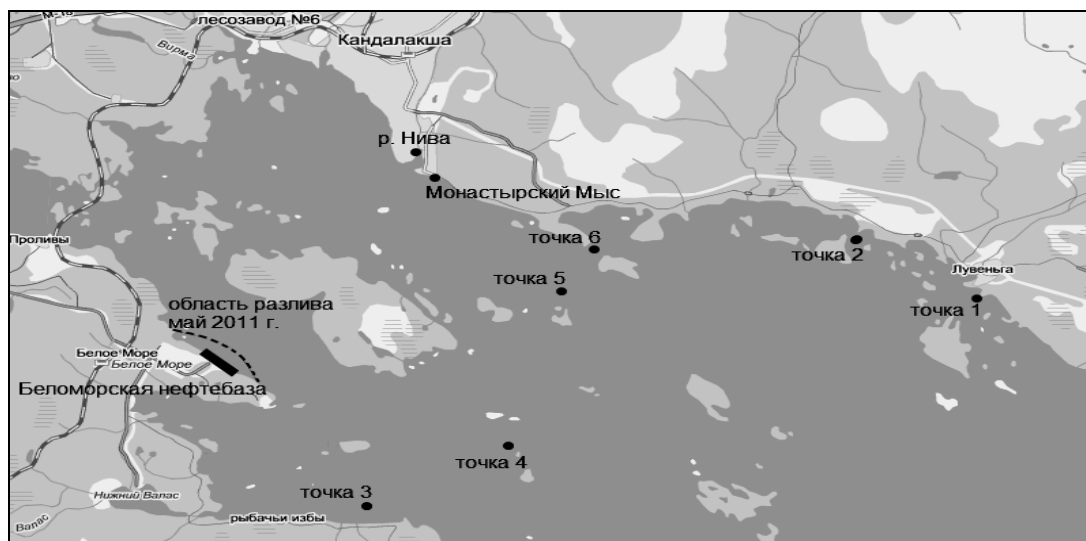


Рис. Расположение точек отбора проб

Таблица 1

Результаты анализов и термодинамических расчетов составов поверхностного слоя морской воды (Кандалакшский залив), мг/л

Параметры	Проба № 3 (поверхностные воды)		Параметры	Проба № 4 (поверхностные воды)	
	Анализ	Модель		Анализ	Модель
1	2	3	4	5	6
pH	7.71	7.715	pH	7.76	7.76
Al	0.052	0.0517	Al	0.02	0.0199
P	0.005	0.00498	P	0.005	0.00497
C		21.6	C		23.9
Ca ⁺²	187.5	135	Ca ⁺²	212.5	149
CaOH ⁺		0.00106	CaOH ⁺		0.0013
CaCO ₃		1.53	CaCO ₃		2.07
Ca(HCO ₃) ⁺		3.76	Ca(HCO ₃) ⁺		4.57
CaHSiO ₃ ⁺		0.00139	CaHSiO ₃ ⁺		1.53E-03
CaCl ⁺		19.9	CaCl ⁺		2.39E+01
CaCl ₂		2.49	CaCl ₂		3.25
CaSO ₄		128	CaSO ₄		1.56E+02
Fe	0.1333	0.133	Fe	0.1333	0.133
Fe(OH) ₃		0.0197	Fe(OH) ₃		0.0197
Fe(OH) ₄ ⁻		0.00778	Fe(OH) ₄ ⁻		8.59E-03
K ⁺	177.78	173	K ⁺	190.476	184
KCl		0.182	KCl		2.12E-01
KSO ₄ ⁻		14.9	KSO ₄ ⁻		1.76E+01
Mg ⁺²	536.67	358	Mg ⁺²	573.333	369
MgCO ₃		2.53	MgCO ₃		3.21E+00
Mg(HCO ₃) ⁺		13.5	Mg(HCO ₃) ⁺		1.54E+01
MgCl ⁺		98.9	MgCl ⁺		1.11E+02
MgSO ₄		649	MgSO ₄		7.45E+02
MgHSiO ₃ ⁺		0,00937	MgHSiO ₃ ⁺		9.60E-03
Mn ⁺²	0.0128	0.00989	Mn ⁺²	0.0128	9.88E-03
MnSO ₄		0.00478	MnSO ₄		5.33E-03
CO ₃ ⁻²		2.96 E-01	CO ₃ ⁻²		3.58E-01
HCO ₃ ⁻		91,2	HCO ₃ ⁻		1.00E+02

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
O ₂		7.48	O ₂		7,29
Na ⁺	4939.02	4690	Na ⁺	5426.829	5.13E+03
NaOH		0.00236	NaOH		2.86E-03
NaAlO ₂		0.00252	NaAlO ₂		1.07E-03
NaCl		379	NaCl		4.51E+02
NaSO ₄ ⁻		400	NaSO ₄ ⁻		4.84E+02
NaHSiO ₃		0.592	NaHSiO ₃		6.42E-01
SO ₄ ⁻²	1426.7	478	SO ₄ ⁻²	1642.3	5.25E+02
Si	3.002		Si	2.713	
SiO ₂		2.11	SiO ₂		1.88E+00
HSiO ₃ ⁻		0.0402	HSiO ₃ ⁻		3.97E-02
H ₄ SiO ₄		6.22	H ₄ SiO ₄		5.55E+00
CO ₂		2.54	CO ₂		2.52E+00
Cl ⁻	9746	8230	Cl ⁻	9342.907	8.92E+03
NO ₃ ⁻	0.1	0.0995	NO ₃ ⁻	0.1	0.0995
NH ₄ ⁺	4.26	4.24	NH ₄ ⁺	5.21	5.18
Zn ⁺²	0.0298	0.0161	Zn ⁺²	0.03457	1.77E-02
ZnCl ⁺		0.00603	ZnCl ⁺		7.27E-03
ZnOH ⁺		1.10 E-02	ZnOH ⁺		1.34E-02
Cu ⁺²	0.0333	0.0181	Cu ⁺²	0.0361	1.87E-02
CuOH ⁺		0.0102	CuOH ⁺		1.17E-02
CuCl ⁺		0.0108	CuCl ⁺		1.22E-02
Pb ⁺²	0.00001	3.05E-07	Pb ⁺²	0.00001	2.73E-07
PbCl ⁺		1.51E-06	PbCl ⁺		1.47E-06
PbOH ⁺		7.89E-06	PbOH ⁺		7.86E-06
Ni ⁺²	0.1056	0.105	Ni ⁺²	0.1	9.94E-02
NiOH ⁺		7.97E-05	NiOH ⁺		8.39E-05
Sr ⁺²	3.0107	2.73	Sr ⁺²	3.258	2.93E+00

Таблица 2

Результаты анализов и термодинамических расчетов составов придонного слоя морской воды (Кандалакшский залив), мг/л

Параметры	Проба № 3 (придонный слой)		Параметры	Проба № 4 (придонный слой)	
	Анализ	Модель		Анализ	Модель
1	2	3	4	5	6
Eh,v		-0.25434			
pH	7.65	7.65896	pH	7.65	7.644
Al	0.0502	0.0499	Al	0.0453	0.0449
P	0.005	0.00498	P	0.006	0.00595
C		120	C		31.9
Ca ⁺²	291.67	199	Ca ⁺²	308.333	208
CaOH ⁺		0.,00112	CaOH ⁺		0.00128
CaCO ₃		8.24	CaCO ₃		2.53
Ca(HCO ₃) ⁺		25.1	Ca(HCO ₃) ⁺		7.52
CaHSiO ₃ ⁺		0.000823	CaHSiO ₃ ⁺		0.000935
CaCl ⁺		39.4	CaCl ⁺		46.3
CaCl ₂		7.46	CaCl ₂		9.1
CaSO ₄		180	CaSO ₄		225
Fe	0.222	0.22	Fe	0.2222	0.22
Fe ⁺²		0.165			

1	2	3	4	5	6
Fe(OH) ₃		6.42E-09	Fe(OH) ₃		0.0326
Fe(OH) ₄ ⁻		2.19E-09	Fe(OH) ₄ ⁻		0.011
K ⁺	276.19	266	K ⁺	224.561	281
KCl		0.417	KCl		0.466
KSO ₄ ⁻		26.8	KSO ₄ ⁻		30.2
Mg ⁺²	836.67	530	Mg ⁺²	860	531
MgCO ₃		14	MgCO ₃		4.05
Mg(HCO ₃) ⁺		90.6	Mg(HCO ₃) ⁺		26.1
MgCl ⁺		195	MgCl ⁺		221
MgSO ₄		945	MgSO ₄		1110
MgHSiO ₃ ⁺		0.00553	MgHSiO ₃ ⁺		0.00564
Mn ⁺²	0.005	0.00375	Mn ⁺²	0.0168	0.0121
MnSO ₄		0.00175	MnSO ₄		0.00676
CO ₃ ⁻²		1.52	CO ₃ ⁻²		0.371
HCO ₃ ⁻		490	HCO ₃ ⁻		128
CO ₂		15.5	CO ₂		4.17
H ₂ S*		5.62			
O ₂		-	O ₂		6.56
Na ⁺	8089.636	7650	Na ⁺	8291.317	7680
NaOH		0.00309	NaOH		0.00317
NaAlO ₂		0.00376	NaAlO ₂		0.00344
NaCl		928	NaCl		978
NaSO ₄ ⁻		763	NaSO ₄ ⁻		818
NaHSiO ₃		0.436	NaHSiO ₃		0.442
SO ₄ ⁻²	2294.7	660	SO ₄ ⁻²	1632	642
Si	1.664		Si	1.679	
SiO ₂		1.15	SiO ₂		1.16
HSiO ₃ ⁻		0.019	HSiO ₃ ⁻		0.0189
H ₄ SiO ₄		3.36	H ₄ SiO ₄		3.39
HS ⁻		27.7			
Cl ⁻	13907.58	13100	Cl ⁻	14300.8	13400
NO ₃ ⁻	0.1	0.0992	NO ₃ ⁻	0.1	9.92E-02
NH ₄ ⁺	6.24	6.19	NH ₄ ⁺	5.97	5.92
Zn ⁺²	0.0705	0.0374	Zn ⁺²	0.098	0.0499
ZnCl ⁺		0.0196	ZnCl ⁺		0.0284
ZnOH ⁺		0.0188	ZnOH ⁺		0.0268
Cu ⁺²	0.05	0.0181	Cu ⁺²	0.05	0.0255
Cu ⁺		9.5E-07			
CuOH ⁺			CuOH ⁺		0.0113
CuCl ⁺			CuCl ⁺		0.0231
CuCl ₂ ⁻		0.0445			
Pb ⁺²	0.00183	5.95E-05	Pb ⁺²	0.0009	2.57E-05
PbCl ⁺		0.000395	PbCl ⁺		0.000191
PbOH ⁺		0.00106	PbOH ⁺		0.000521
Ni ⁺²	0.1889	0.187	Ni ⁺²	0.1778	0.176
NiOH ⁺		0.000101	NiOH ⁺		0.000105
Sr ⁺²	3.5273	2.94	Sr ⁺²	3.7597	3.25

Результаты моделирования придонных вод выявили значительную степень соответствия модельного раствора аналитическим данным, что позволяет оценить адекватность модели в целом.

По результатам моделирования можно особо отметить следующие особенности. В точке 3 отмечены высокие содержания углекислого газа, сероводорода, гидрокарбонатов (HCO_3^-), отсутствие кислорода ($E_h < 0$), что, возможно, является признаком трансформации углеводов в придонном слое.

Данные выводы нашли подтверждение и в результатах федерального мониторинга геологической среды, которые выполнялись ФГУНПП «Севморгео» с 2001 по 2011 гг. Согласно отчету ФГУП «Севморгео» по комплексному геоэкологическому изучению кутовой части Кандалакшского залива (Корнеев, Рыбалко 2012), в 2009 г. отсутствие зоны окисления при отборе донных отложений было зафиксировано на Кандалакшском рейде, напротив порта. На поверхности осадков были развиты черные илы, с которыми были связаны повышенные концентрации тяжелых металлов и нефтепродуктов.

При анализе проб, отобранных в точке 4 в 2013 г., было обнаружено присутствие нефтяных углеводородов в поверхностном (0.09 мг/л) и придонном (0.1 мг/л) слоях. Особую опасность представляет способность нефтяных углеводородов накапливать тяжелые металлы.

Поскольку загрязнение вершины залива в районе Кандалакшского рейда и ЗАО «Беломорская нефтебаза» длится на протяжении многих лет, не исключена возможность вторичного загрязнения вод в районах гидрохимических аномалий с повышенным содержанием экологически опасных элементов.

Литература

1. Калинин В.Т., Мазухина С.И., Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Максимова В.В. Особенности взаимодействия «нефть-вода» в морских и пресных водах // ДАН, 2013. Т. 449. № 5. С. 535-538.
2. Корнеев О.Ю., Рыбалко А.Е. и др. Осуществление Государственного мониторинга состояния геологической среды прибрежно-шельфовой зоны Баренцева, Белого и Балтийского морей. Окончательный отчет по Государственному контракту. Фонды Севморгео, 2012. С. 53-63.
3. Хайтов В.М., Мазухина С.И., Маслобоев В.А., Максимова В.В. Пространственное варьирование гидрохимических показателей на мелководьях вершины Кандалакшского залива Белого моря в связи с проблемой высокой пространственной гетерогенности среды Материалы IV Всероссийской научной «Экологические проблемы Северных регионов и пути их решения», Апатиты, 2012. Ч. 2. С. 61-63.
4. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. 287 с.

Мазухина С.И.¹, Маслобоев В.А.¹, Чудненко К.В.², Максимова В.В.¹

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
mazukhina@inep.ksc.ru

²Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск
chud@igc.irk.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН НЕКОНДИЦИОННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД ХИБИНСКОГО МАССИВА

Проблема использования вод Хибинского массива для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения связана с их некондиционностью по содержанию Al, F, значениям pH (табл. 1).

К настоящему времени установлено, что в вертикальном разрезе массива различают три гидрогеологические подзоны: верхнюю (зона аэрации), среднюю и нижнюю. Взяв за основу схему движения поверхностных и подземных вод (Шварцев, 2013), мы построили вертикальный разрез, присущий Хибинскому щелочному массиву (рис. 1).

Верхняя подзона, распространение которой повсеместно, целиком находится в сфере влияния местной гидрографической сети и активного воздействия климатических факторов. Средняя подзона характеризуется постоянным водонасыщением и преимущественно горизонтальным движением подземных вод к очагам разгрузки, соответствующим уровням местных речных долин и водоемов. Нижняя подзона трещинно-жильных вод, приурочена к тектоническим трещинам и крупным разломам в глубоких частях

массива. Воды этой подзоны еще слабо изучены. Они, по-видимому, имеют восходящее движение, обладают большими напорами и значительной обводненностью. Фонтанирование некоторых скважин из нижней подзоны наблюдалось в Хибинах с глубины 700 м и даже 960 м. В последнем случае восходящая вода имела температуру более 18°C (Гидрогеология СССР, 1971). В 1961 г. при бурении скважины на берегу оз. Малый Вудъявр был установлен выход на поверхность из водоносного горизонта с глубины примерно 1000 м насыщенного содового раствора (Дудкин, Мазухина, 2001).

Цель настоящей работы – выяснить природу некондиционности вод Хибинского массива с помощью физико-химического моделирования (ПК Селектор, Чудненко, 2010).

Процессы формирования поверхностных и подземных вод в пределах Хибинского массива, были рассмотрены нами в рамках физико-химической модели (ФХМ) системы «вода – порода – атмосфера – углерод». (Мазухина, Сандимиров, 2005; Мазухина и др., 2010, Мазухина и др. 2012) с учетом кларковых концентраций S, Cl, F, C (Кухаренко А.А. и др., 1968) с целью определения их влияния на процессы формирования химического состава водных растворов. Исходные данные модели: химические составы пород Хибинского массива и химические анализы атмосферных вод взяты из работ (Кухаренко А.А. и др., 1968; Хорн Р., 1972).

Результаты мониторинга поверхностных и подземных вод (воды рек, ниспадающих с верховья Хибинского массива и три месторождения подземных вод, расположенных на Центральной дуге) были включены в разработанную резервуарную модель формирования подземных вод в системе «вода – порода – атмосфера – органическое вещество» (Мазухина и др., 2011, 2012) (рис. 2). В 1-м резервуаре воды р. Куниок (1000 л) взаимодействуют с атмосферой и органическим веществом, образовавшийся раствор поступает в последующие (2-4) резервуары, представленные нижерасположенными породами, взаимодействуя с ними согласно заданной степени протекания процесса (соотношение вода-порода $\xi = 1.0; 0.8; 0.6; 0.2$).

В данной работе была поставлена задача: при неизменных начальных условиях (просачивание речных вод вглубь массива) рассмотреть изменение химического состава вод в зависимости от различной степени взаимодействия вода-порода ($\xi = 1, 0.8, 0.2, 0$ в каждом резервуаре соответственно) и повышения температуры в 3 и 4 резервуарах (табл. 2).

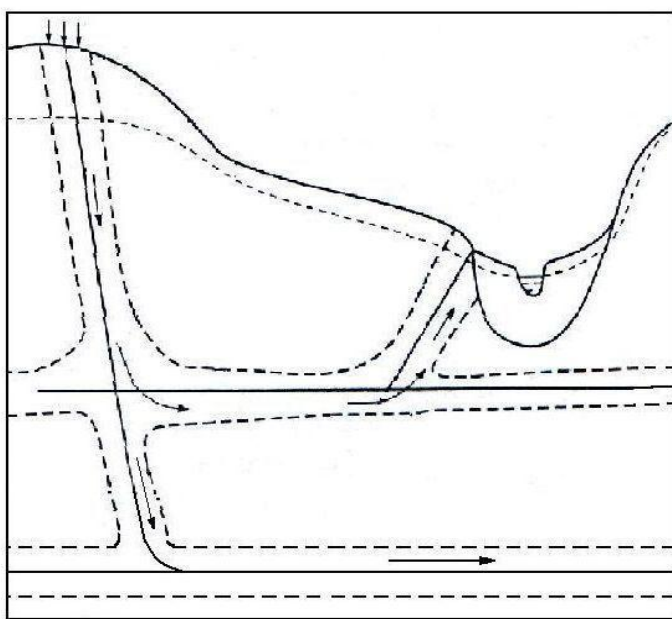


Рис. 1. Схема движения подземных вод.

Обозначения на рисунке:

-  - направление движения подземных вод
-  - уровень подземных вод
-  - область питания подземных вод

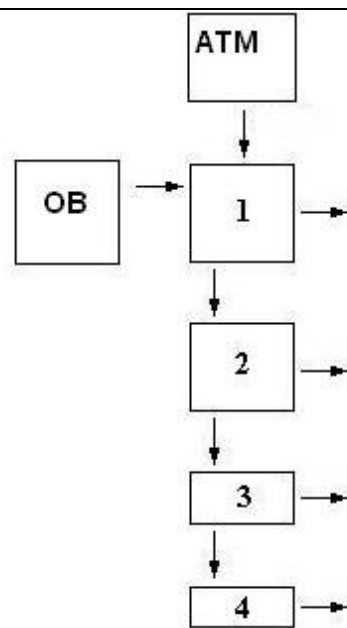


Рис. 2. Принципиальная схема 4-резервуарной имитационной модели взаимодействия «вода-порода-атмосфера-ОВ». АТМ – атмосфера, ОВ – органическое вещество

Таблица 1

Аналитические данные химического состава вод водозабора «Центральный», скважина 11э, (мг/л), (Отчет, 1999)

Дата отбора пробы	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	pH	H ₄ SiO ₄	P ₂ O ₅	Al ³⁺
15.05. 1996 г.	20.79	0.40	0.12	30.50	1.95	6.58	6.00	1.80	0.24	9.49	9.0	<0.01	0.495
17.06. 1996 г.	24.70	0.20	0.06	36.60	1.60	8.23	6.60	2.70	0.28	9.45	4.0	<0.01	0.686
16.07. 1996 г.	23.92	0.20	0.06	34.46	2.20	6.17	7.80	2.43	0.28	9.90	4.0	0.051	
20.08. 1996 г.	22.54	0.20	0.12	37.82	1.85	9.88	3.60	0.62	<0.20	9.25	5.0	0.01	0.71
23.09. 1996 г.	22.08	1.10	0.42	34.47	1.99	8.23	6.30	0.60	0.55	9.97	5.0	0.019	0.27
17.10. 1996 г.	22.02	следы	0.18	43.00	1.66	6.17	1.50	2.10	0.34	9.47	5.0	<0.01	0.36
21.11. 1996 г.	23.53	0.00	0.30	43.92	2.47	4.53	6.00	1.52	0.56	9.68	6.37	0.01	0.21
17.12. 1996 г.	25.53	следы	0.18	35.38	2.47	7.00	7.80	2.40	0.51	9.70	5.0	0.16	
21.01. 1997 г.	24.38	следы	0.06	37.82	2.60	6.58	5.40	2.40	0.42	10.23	4.0	0.054	0.58
18.02. 1997 г.	20.93	0.50	0.12	33.55	2.40	7.82	5.70	2.25	0.50	10.04	4.0	0.08	0.91
22.04. 1997 г.	20.93	<1.00	0.12	36.60	2.60	6.17	5.40	2.30	0.40	9.80	7.0	<0.01	0.96
9.12. 1997 г.	20.68	0.40	0.06	36.60	2.20	5.76	5.40	2.75	<0.20	9.55	5.12	0.21	0.97
11.02. 1998 г.	19.25	0.30	0.12	33.25	2.64	7.82	2.40	2.21	<0.20	9.36	3.83	0.14	0.64
12.03. 1998 г.	20.21	0.30	0.12	32.94	3.30	8.23	4.80	2.50	<0.20	9.88	4.19	0.12	1.21
12.05. 1998 г.	15.81	0.00	0.12	30.50	1.95	2.88	1.95	1.00	<0.20	9.65	5.98	0.21	0.68
25.06. 1998 г.	20.24	0.00	0.23	30.50	2.10	9.05	5.70	0.43	0.26	9.83	4.62	0.30	0.79
23.07. 1998 г.	20.04	0.00	0.36	30.50	1.40	4.94	7.80	2.37	0.20	9.84	4.49	0.05	0.70
15.09. 1998 г.	19.76	0.00	0.12	36.30	2.60	4.12	5.10	2.40	<0.20	9.67	4.91	0.21	1.04
26.10. 1998 г.	18.04	0.00	0.18	38.43	0.40	9.05	3.60	0.29	0.32	9.29	5.22	0.21	1.80
25.11. 1998 г.	15.14	0.00	0.12	21.35	1.02	6.17	6.00	0.30	0.23	9.53	3.00	0.03	0.67

Результаты моделирования взаимодействия поверхностных вод (ПВ)
(р.Кунийок) с породами Хибинского массива, (мг/л)

Параметры	ПВ	Резервуары			
		1	2	3	4
T, °C		5	5	5	10
P, бар		1	2	2	3
pH	7.26	7.43	7.40	7.3409	9.12204
Eh, В		0.810	0.811	0.805	-0.33369
Al		7.56E-06	7.33E-06	6.94E-06	2.04E-04
C		3.53	4.15	6.70	10.8
Ca ⁺²	0.25	3.57E-01	5.14E-01	1.17	2.07
Mg ⁺²	0.4	4.36E-01	4.98E-01	7.51E-01	1.03E-01
K⁺	1.95	1.95	1.94	1.93	1.04
Na⁺	5.22	5.95	7.12	11.9	19.9
Fe		7.00E-09	7.16E-09	7.50E-09	2.01E-04
Sr ⁺²	0.016	2.66E-02	4.37E-02	1.14E-01	4.44E-02
CO ₂ ⁰	0.88	1.36	1.71	3.12	8.03E-02
O ₂ ⁰		10.5	8.82	1.96	
CH ₄					2.85E-05
HS-					1.69E-03
NH ₃					4.59E-01
HCO ₃ ⁻	17.67	16.0	18.7	29.6	52.3
F ⁻		2.25E-02	5.71E-02	2.01E-01	4.38E-01
Cl ⁻	0.78	9.64E-01	1.26	2.48	4.49
SO₄⁻²	2.88	3.18	3.69	5.76	4.18E-03
SiO ₂ ⁰		3.93	3.93	3.93	5.35
H ₄ SiO ₄ ⁰	9.18				
P		3.78E-03	1.68E-03	3.45E-04	8.59E-07
Mn					7.35E-02
Твердые фазы					
SiO ₂		7.66E-02	1.12E-01	3.51E-01	4.55E-01
FeS ₂					4.41E-02
FeO(OH)		5.43E-03	1.13E-02	3.99E-02	
FeCO ₃					3.47E-08
CaCO ₃					1.97E-03
MnCO ₃					2.24E-03
SrCO ₃					1.93E-03
Apt		9.48E-05	2.84E-04	1.01E-03	1.86E-03
Msc		1.39E-02	2.89E-02	1.02E-01	1.80E-01
MnO ₂		2.53E-04	5.28E-04	1.86E-03	
Смектиты*					1.36E-02
Селадониты*					3.02E-02

*Смектиты Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂, селадониты KFeAlSi₄O₁₀(OH)₂.

Как показано в работе (Шварцев, 2013), в эндогенные горные породы вода попадает разного состава и чаще всего отсутствуют как начальные, так и конечные этапы взаимодействия. При этом исключительную роль играет время взаимодействия. Геохимически степень протекания в физико-химических моделях интерпретируется как пространственно-временная координата (Карпов, 1981, стр. 118), поэтому нами в качестве временной координаты выбрана величина ξ в каждом из резервуаров.

Анализ полученных результатов показывает, что временная шкала и температура оказывают основной вклад в изменение окислительно-восстановительных условий, которые способствуют содообразованию и связанным с этим резким всплеском концентраций HCO_3^- , фтора, алюминия.

Изменение ξ (-0.2) в интервале температур (18-25°C) в 4-м резервуаре приводит к изменению содержания (мг/л): Al (8.10-4 -1.10-3), HCO_3^- (67-69), Na (25-26,9), Cl (6-6,38) с образованием новой фазы – мезолита, pH принимает значения близкие к 9.

Основные выводы. В рамках ранее разработанной модели с изменением только входных параметров (степени взаимодействия и температуры) определено направление формирования химического состава вод третьей подзоны, как взаимодействие речных вод с породой. Некондиционность вод по pH, алюминию, фтору присуща водам Хибинского массива. Поскольку воды, распространенные в коренных породах и четвертичных отложениях, образуют взаимосвязанные водоносные горизонты (Хибинский..., 1972), усиленная эксплуатация водоносных скважин может и чаще всего приводит к “подсосу” некондиционных вод из глубин. Во избежание подобных результатов необходимо предусмотреть закачивание кислородсодержащих воды в скважины, предназначенные для питьевого водоснабжения (аэрация воды).

Литература

1. Гидрология СССР, том XXVII, Мурманская область и Карельская АССР. Северо-Западное территориальное геологическое управление. Тематическая комплексная экспедиция. М., Изд-во «Недра», 1971. С. 229.
2. Мазухина С.И. Формирование поверхностных и подземных вод Хибинского горного массива. Апатиты. Изд. Кольского НЦ РАН, 2012. 173 с.
3. Мазухина С.И., Сандимиров С.С. Применение физико-химического моделирования для решения экологических задач Кольского Севера. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. 106 с.
4. Дудкин О.Б., Мазухина С.И. Углеводородные газы как одна из причин выделения соды в щелочных породах Хибинского массива // Докл. РАН, 2001. Т. 380, N 4. С. 532-535.
5. Мазухина С.И., Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Бычинский В.А., Светлов А.В. Условия формирования природных поверхностных и подземных вод Кольского Севера (на примере Хибинского массива) // Вестник МГТУ, 2010. Т. 13, № 4/1. С. 816-825.
6. Шварцев С.Л. Вода как главный фактор глобальной эволюции // Вестник РАН, 2013, Т. 83, № 2. С. 124-131.
7. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. 287 с.
8. Отчет о результатах разведки подземных вод для водоснабжения г. Кировска Мурманской области за 1991-1998 гг. (с подсчетом запасов по 01.01.1999 г.) / ответствен. исполн. Н.А.Максимова // Фонды Комитета природных ресурсов по Мурманской области. Мурманск, 1999. № 5270.
9. Хибинский щелочной массив. Л.: Недра, 1972. 176 с.
10. Mazukhina S., Masloboev V., Chudnenko K., Bychinsky V., Svetlov A., and Muravyev S. Monitoring and physical-chemical modeling of conditions of natural surface and underground waters forming in the Kola North // Journal: Journal of Environmental Science and Health, Part A, Volume: 47, Issue: 05. P. 657-668.

Маслобоев А.В.^{1,2}, Ладик А.С.^{1,2}

¹Институт информатики и математического моделирования технологических процессов
КНЦ РАН, г. Апатиты

²Кольский филиал Петрозаводского государственного университета, г. Апатиты

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЯТНА МУТНОСТИ ПРИ ДАМПИНГЕ И ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА АКВАТОРИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Для моделирования распространения пятна мутности при дампинге и проведении строительных работ на акватории водных объектов разработана информационная система расчета распространения пятна мутности в водоеме. Система ориентирована на использование

в практической деятельности государственных и коммерческих организаций, занимающихся экологической экспертизой и оценкой состояния водных экосистем, и представляет собой средство поддержки принятия управленческих решений в сфере контроля антропогенного воздействия на акватории водных объектов и оценки причиняемого биологического ущерба при проведении гидромеханизированных работ в водоемах. Программная система обеспечивает возможность расчета количественных характеристик и графической визуализации распространения мутности в природных водоемах различного типа (озера, реки, моря) на основе интеграции и реализации соответствующих вычислительных моделей.

Природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экологическую систему, настроенную на самоочищение и самовосстановление.

Это естественное состояние биологического баланса закрытого или слабопроточного водоема: пруда, озера, может быть нарушено как в результате естественного старения водоема, накопления в водоеме естественной органики, так и в результате интенсивного загрязнения водоема органическими веществами и питательными (биогенными) элементами.

Избыток в водоеме органических веществ и питательных элементов приводит сначала к нарушению биологического равновесия и подавлению биологического самоочищения водоема, а затем к изменению типа экосистемы прудов, озер на эвтрофный – т.е. к заболачиванию.

Признаками интенсивного загрязнения являются высокий уровень донного осадка, высокая мутность воды особенно в теплый период, пленка на поверхности водного зеркала, неприятный запах, активное газообразование, периодические заморы, неконтролируемое размножение фитопланктона: сине-зеленые водоросли, тина, ряска.

Загрязнение водоема в первую очередь отрицательно воздействует на ключевой элемент биологического равновесия и самоочищения водоема – состав полезной микрофлоры водоема (биоценоз). Число полезных микроорганизмов в 1 мл. загрязненной воды резко сокращается, обедняется и изменяется их видовой состав, в то же время в грязной воде активно развиваются потенциально опасные микроорганизмы функционирующие при +30-37°C, таким образом загрязнением подавляются микробное, и другие виды самоочищения.

Нарушение или искажение механизмов самоочищения приводит к эвтрофикации (заболачиванию) и деградированию водоема – постепенной смене типов водной экосистемы, когда каждый последующий тип экосистемы представляет собой более примитивную модель по сравнению с предыдущим.

Экспериментальные воздействия на водные экосистемы нежелательны по многим причинам, в первую очередь из-за высоких экономических и экологических рисков. Поэтому основным методом исследования и прогнозирования поведения таких систем служит компьютерное моделирование.

Основная задача программной системы – моделирование и автоматизация расчетов распространения мутности в природных водоемах различного масштаба при проведении гидромеханизированных работ. Входными параметрами являются: скорость течения, глубина, арендная плата. Компьютерная модель распространения мутности, составляющая технологическую основу (ядро) системы, наглядно отображает последствия и оценивает возможный экологический ущерб, вследствие проведения гидромеханизированных работ.

Программная реализация системы имеет модульную структуру, что обеспечивает удобство и легкость редактирования и доработки отдельных модулей под конкретные задачи в зависимости от типа водоема и других критериев, а также добавление новых программных компонентов, не влияющее на работоспособность остальных, и гибкость в расширении функциональных возможностей системы.

Система обеспечивает выполнение следующих основных функций:

1) расчет площади распространения мутности в водоеме определенного типа при проведении гидромеханизированных работ;

2) графическое представление результатов;

3) возможность записи используемых данных в текстовый файл;

4) ведение базы данных по анализируемым водным объектам и воздействующим факторам.

В состав программной системы входят следующие функциональные компоненты (рис. 1):

– блок пользовательского интерфейса;

– блок настройки параметров;

– вычислительный блок;

– блок графического представления результатов;

– комплекс вычислительных моделей - ядро системы.

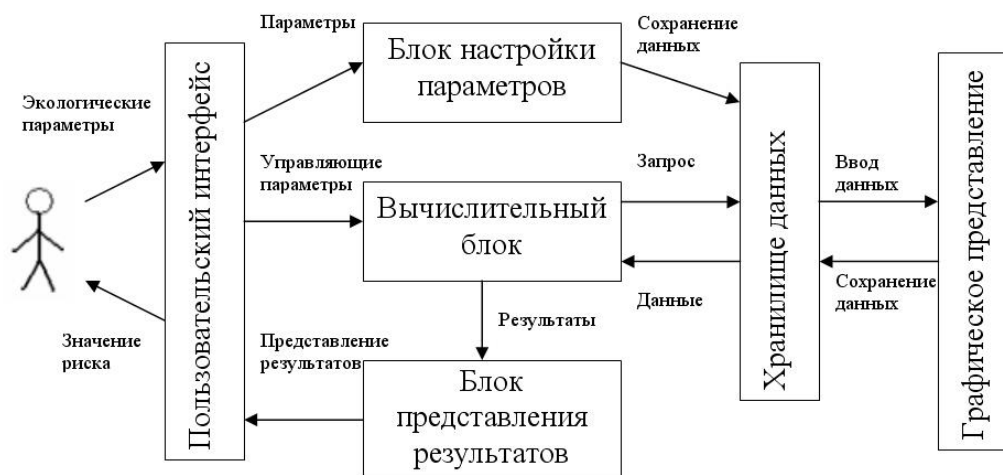


Рис. 1. Архитектура и компоненты системы

Блок пользовательского интерфейса обеспечивает «дружественное» интерактивное взаимодействие пользователя с системой. Функции пользовательского интерфейса используются на всех этапах работы программной системы, связанных с обменом информацией между компьютером и пользователем.

Блок настройки параметров обеспечивает обновление значений параметров через хранилище данных.

Вычислительный блок обеспечивает на основании введенных пользователем управляющих параметров вычисление экологических рисков и их передачу в блок представления результатов.

Блок представления результатов используется для визуализации полученных в процессе решения пользовательских задач результатов в удобной и понятной для восприятия графической и табличной форме.

Комплекс вычислительных моделей для анализа распространения мутности на акваториях водных объектов различного типа основан на программно-алгоритмической реализации ряда существующих общепринятых методик оценки экологических рисков антропогенного воздействия на водные экосистемы при проведении на них строительных работ.

Блок представления результатов обеспечивает наглядное отображение результатов моделирования распространения пятна мутности в водоеме в графической и табличной формах.

Логика функционирования системы включает четыре основных этапа:

1. идентификация параметров моделей для расчета распространения мутности в природных водоемах различного типа;
2. решение пользовательских задач, связанных с вычислением параметров распространения пятен мутности в водоемах при проведении гидромеханизированных работ и их анализом;
3. графическое представление результатов моделирования;
4. формирование отчетов.

Функциональная структура программной системы представлена на рис. 2.



Рис. 2. Функциональная структура программной системы

Функциональный блок "Заполнение параметров" предоставляет пользователю ввод управляющих параметров: скорость течения, глубина, начальная ширина потока, обеспечивает проверку их корректности, выполняет сохранение в текстовый файл остальных введенных данных для последующей работы с ними.

Функциональный блок "Решение задач" реализует процедуры вычисления параметров распространения пятен мутности в водоеме на основе введенных пользователем данных и информации содержащейся в базе данных системы, используемых в качестве входных параметров соответствующих математических моделей, образующих ядро системы.

Функциональный блок "Представление результатов" обеспечивает формирование отчетов и представление результатов решения пользовательских задач в графической или табличной форме, а также возможность сохранения полученных результатов моделирования в базу данных системы или отдельный текстовый документ (файл).

Основные экранные формы (пользовательский интерфейс) разработанной программной системы анализа и оценки распространения пятна мутности при дампинге и проведении строительных работ на акватории водных объектов представлены на рис. 3-5.

Параметры, используемые в системе, пользователь может изменять. Для удобства они разделены на следующие категории: расстояние, площадь заиления (рис. 3).

Рис. 3. Окно ввод данных и настройки параметров моделей

Экранная форма расчета скорости выпадения частиц представлена на рис. 4.

Рис. 4. Анализ и изменение уровня экономических рисков

Визуализация результатов вычислений параметров распространения пятна мутности в водоеме в графической форме осуществляется в окне программы, показанном на рис. 5.

Результатом работы программы является графическое представление распространения мутности в водоеме при проведении гидромеханизированных работ. Ось Y показывает ширину распространения пятна в метрах, ось X – расстояние, на котором произойдет выпадение частиц.

Система реализована в среде визуального программирования Embarcadero RAD Studio XE3, ядро системы занимает около 10 Mb дисковой памяти.

Программная система работает на компьютерах Pentium IV и выше, RAM 512 Мб и больше, под управлением Windows XP, Windows Vista, Windows 7x.

На данный момент разработанный прототип программной системы расчета распространения мутности в водоеме используется для научно-исследовательских целей. Все вопросы, связанные с распространением данной системы и ее программных компонентов, рассматриваются отдельно, для каждого конкретного случая.

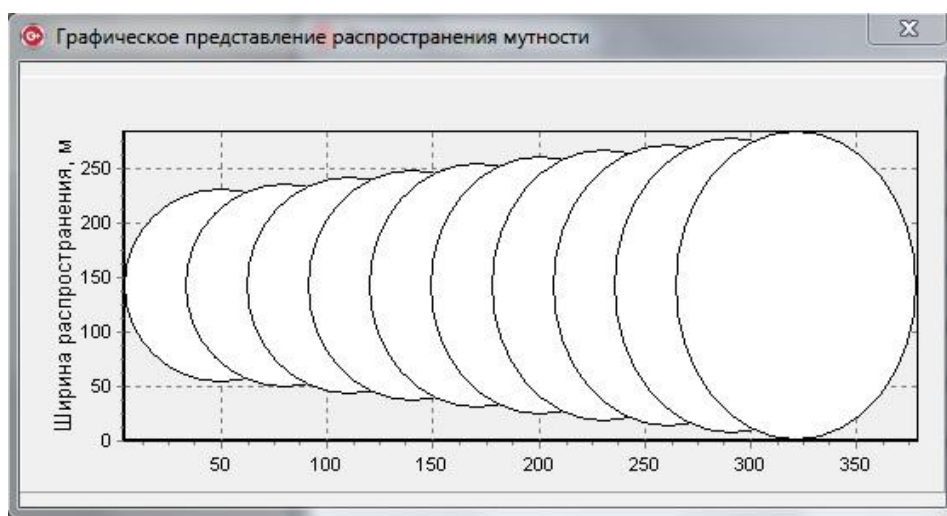


Рис. 5. Окно отображения графика распространения мутности

Программная система расчета распространения мутности в водоеме обеспечивает анализ и контроль причиненного (или предположительного причинения) ущерба при проведении гидромеханизированных работ на акватории водных объектов на основе соответствующих вычислительных моделей оценки параметров распространения мутности в природных водоемах различного типа.

Таким образом, использование разработанной информационной системы позволит государственным учреждениям и коммерческим организациям, занимающимся экологической экспертизой или строительными работами на водных объектах, предварительно оценить последствия проведения гидромеханизированных работ на компьютерной модели, заложенной в программу, а не на экспериментах с реальными объектами. Эффект от внедрения и использования разработанной программной системы на промышленных предприятиях, профиль деятельности которых связан со строительством объектов вблизи водоемов, заключается в уменьшении загрязняющего воздействия на водные ресурсы и снижении экологического ущерба биомассе водоёмов.

Кроме того, разработанная программная система сможет найти широкое применение в практической деятельности организаций, работающих в сфере экологической экспертизы, мониторинга и оценки состояния водных экосистем.

Отличительной особенностью разработки по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами является интеграция и реализация в рамках системы вычислительных моделей оценки распространения пятен мутности при дампинге и проведении строительных работ на акватории разнотипных водных объектов.

На основе использования разработанной системы обеспечивается возможность автоматизации вычислительного процесса, связанного с оценкой экологических ущербов техногенного воздействия на водные экосистемы региона при проведении строительных работ на акватории водных объектов, а также повышение эффективности деятельности субъектов, осуществляющих экологическую экспертизу, за счет использования разработанного программного обеспечения.

Разработанный прототип информационной системы апробирована в ходе вычисления количественных показателей распространения пятен мутности при проведении гидромеханизированных работ на акваториях водных объектов Мурманской области и Приморского края.

Система зарегистрирована в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» Института научной информации и мониторинга РАО. Свидетельство о регистрации ПО: № 19595 от 30.10.2013 г. (№ гос. рег. в ОФАП 50201351047 от 06.11.2013 г.). Авторы-разработчики: Маслобоев А.В., Ладик А.С., Лукин А.А.

Маслобоев В.А.¹, Бакланов А.А.^{1,2}, Мазухина С.И.¹, Ригина О.Ю.¹, Амосов П.В.³

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

²Danish Meteorological Institute, Copenhagen

³Горный институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

masloboev@ksc.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЧИСЛЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА АНОФ-2

Введение

Для моногородов, типа г. Апатиты, Мурманская область, вопрос пыления время от времени выходит на первое место по обсуждаемости, как среди населения города, так и специалистов градообразующих предприятий (ОАО «Апатит») и представителей научной общественности. Например, Управление Росприроднадзора по Мурманской области проблему пыления хвостохранилища АНОФ-2 считает одной из главных экологических проблем г. Апатиты, а на форуме сайта г. Апатиты открыта страничка по проблеме пыления (Спасем город ..., 2013). По данным Управления Росприроднадзора по Мурманской области зафиксированное 1 июля 2011 г. превышение ПДК пыли в воздухе вызвало ряд обращений жителей города в различные властные инстанции (Решение ..., 2012). Дополнительным «раздражителем» для населения города выступает Проект реконструкции хвостохранилища АНОФ-2, который предусматривает увеличение высоты пляжа хвостохранилища на 20 м. Есть определенные опасения, что пыление хвостов после реконструкции может увеличиться.

Предшествующие работы. В 1980-90-х гг. сотрудники Кольского научного центра РАН под руководством А.А. Бакланова (Бакланов, 1988; Baklanov and Rigina, 1998) сделали попытку численно промоделировать процесс рассеяния пыли на ближайшем к г. Апатиты хвостохранилище. При этом расчеты выполнялись по авторским моделям и компьютерным программам, в которых уравнения, описывающие процессы аэротермогазодинамики решались конечно-разностными методами на неравномерных прямоугольных сетках.

С точки зрения загрязнения атмосферы в районе хвостохранилища на первоначальной стадии исследований (Бакланов, 1988) интерес был к частицам пыли размером 10-100 мкм. Однако, на последующих этапах исследовательских работ (Baklanov and Rigina, 1998) диапазон размера частиц пыли был расширен – от 5 до 200 мкм. Поскольку диапазон размеров срываемых и переносимых частиц достаточно широк, авторы работ (Бакланов, 1988; Baklanov and Rigina, 1998) формализовали и решали уравнения переноса для нескольких интервалов размеров частиц пыли с целью аккуратного учета скорости оседания.

Известно, что процесс пыления песчаной поверхности достаточно сложен с позиций его описания в формализованном виде. Однако, в середине 1990-х годов удалось сделать в этом вопросе существенный прорыв (Baklanov and Rigina, 1998). Было выполнено сравнение результатов наблюдений за интенсивностью пыления различных авторов (Иванов Б.В., Мельник Д.М., Сенкевич Б.Н., Комаров А.А. и Альтшулер З.Е., Бельгибаев М.Б. и Семенов О.Е., Талалаев С.М., Дюнин А.К., Борисов В.Г., Закиров Р.С.). Анализ эмпирических зависимостей указанных авторов показал, что, при наличии корреляции общих закономерностей степенного увеличения интенсивности пыления от скорости ветра, количественно наблюдается достаточно большой разброс значений. Объяснить данный факт можно несколькими причинами: различные условия и методики натурных наблюдений; различные характеристики переносимого материала; различные климатические/географические условия; используемые приборы; высота измерения скорости ветра.

Наиболее близки зависимости интенсивности пыления и реально отражающие процесс срывания частиц пыли с поверхности соответствовали исследованиям Сенкевича Б.Н., Иванова Б.В., Дюнина А.К. и Борисова В.Г. В частности, в работе (Baklanov and Rigina, 1998) на основе анализа и обработки эмпирических зависимостей интенсивности пыления от скорости набегающего потока удалось построить графические зависимости интенсивности пыления от высоты пляжа для данных Иванова Б.В. и Борисова В.Г.

Авторы прекрасно осознают, что интенсивность пыления пляжей хвостохранилищ зависит от типов песков на различных месторождениях добычи полезных ископаемых, поскольку они во многом определяются составом, формой частиц, их плотностью, влажностью и т.д. К большому сожалению, последними серьезными экспериментальными работами на хвостохранилище АНОФ-2 по вопросу интенсивности пыления остаются исследования, выполненные под научным руководством Н.Н. Мельникова и Э.Б. Красносельского (Исследование ..., 1982). Экспериментальная формула С.М. Талалаева по интенсивности пыления также подвергались анализу в работе (Baklanov and Rigina, 1998), но не нашла своего описания в форме графической зависимости. По мнению авторов, графические зависимости интенсивности пыления от высоты пляжа хвостохранилищ позволяют в два этапа выполнить оценку влияния изменения высоты дамбы на загрязнение приземного слоя атмосферы. На первом этапе можно выполнить расчеты в физических единицах измерения, а на втором результаты расчетов проанализировать в относительных единицах.

Начало нового этапа исследований. За прошедшие годы сделан существенный прогресс в разработке моделей и компьютерных кодов, позволяющих выполнять расчеты процессов аэродинамики и распространения загрязнений в разных средах. Примерами таких программ можно указать PORFLOW, AQUAZD, COMSOL, FLUENT и др. Поскольку задача, посвященная прогнозу рассеяния пыли от ближайшего к г. Апатиты хвостохранилища в связи с предложенным изменением высоты дамбы остается весьма актуальной [Спасем город ..., 2013; Решение ..., 2012], в 2011-2012 гг. была предпринята попытка промоделировать указанный процесс с помощью современной компьютерной программы COMSOL (Маслобоев и др., 2013). Выполненное исследование показало, что для обоснования решения по изменению высоты дамбы хвостохранилища АНОФ-2 от отметки 180 м до 200 м целесообразно осуществить трехмерное численное моделирование переноса загрязнений.

Обозначенный авторами вывод нашел свою поддержку в решении Координационного совета по промышленной и экологической безопасности (Решение ..., 2012), предложившего выполнить исследование по оценке влияния увеличения проектной высоты пляжа хвостохранилища АНОФ-2 на загрязнение приземного слоя атмосферы в районе г. Апатиты. Некоторые результаты выполняемых научно-исследовательских работ представлены ниже.

Трехмерные численные модели и некоторые результаты расчетов. Согласно данным отчетных материалов Горного института (Исследование ..., 1982), которые были использованы в работах (Бакланов, 1988; Baklanov and Rigina, 1998), гранулометрический состав пульпы представлен преимущественно фракцией частиц от 0.1 до 1.0 мм. Следуя рекомендациям указанных работ, предлагается оставить для последующего анализа загрязнения атмосферы частицы пыли размером до 200 мкм. Например, предлагается разбить указанный диапазон на 5 интервалов (см. рис. 1) и выполнить исследование процессов турбулентного переноса пыли поинтервально с учетом соответствующей скорости оседания (например, по известному закону Стокса). Количественные показатели параметров переносимой пыли («вес» и скорости оседания) поинтервально представлены в таблице 1.

Пыление пляжей хвостохранилища АНОФ-2 начинается при скоростях ветра 3 м/с и выше. А при скорости ветра до 7 м/с происходит полное выдувание (переход в аэрозольное состояние) нефелиновых песков (Исследование ..., 1982). Для выполнения последующих численных экспериментов предлагается остановиться на скорости ветра порядка 6 м/с.

Достаточно непростой оказалась задача, связанная с построением источника пыления. Потребовалось неоднократное уточнение значений геометрических характеристик хвостохранилища и его формы. Результатом выполненных работ явился обоснованный и согласованный набор базовых геометрических параметров источника пыления с учетом водоема: при отношении продольного и поперечного размеров хвостохранилища, как 2:1, модель пылящей поверхности хвостохранилища представляет собой эллипс с вырезанным зеркалом водоема, который задан в форме прямоугольника.

На базе электронных карт GOOGLE EARTH района «хвостохранилище АНОФ-2 – г. Апатиты» с шагом сетки 500-700 м подготовлен файл исходных данных, необходимых для создания геометрии моделируемой области в среде COMSOL. В качестве реперной высотной отметки принимается поверхность озера Имандра (126 м). Очевидно, что помимо самого объекта пыления и г. Апатиты

в модели должны быть учтены предгорья Хибин и некоторые возвышенности. Предполагаемая к использованию геометрия модели (15000×7000 м) в целом отвечает данным карт *GOOGLE EARTH*, естественно, без конкретизации деталей рельефа.

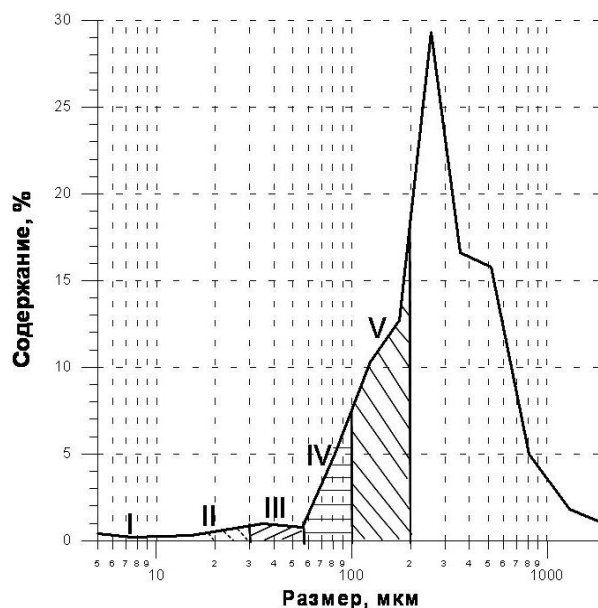


Рис. 1. Предлагаемые для анализа интервалы функции распределения размеров частиц

Таблица 1

«Вес» и скорости оседания пыли по предлагаемым интервалам функции распределения частиц от размера

Параметры	I интервал	II интервал	III интервал	IV интервал	V интервал
«Вес» интервала	0.001	0.004	0.019	0.116	0.861
Скорость оседания, м/с	0.0047	0.0335	0.17	0.537	1.89

В работе (Маслобоев и др., 2013) представлены первые результаты расчетов по тестированию созданных аэродинамических моделей. В частности, при северо-западном ветре для высоты пляжа хвостохранилища 180 м приведены структура поля скорости воздушных потоков, а также распределение в одном из сечений модели (+1 м от поверхности пыления) коэффициентов турбулентной динамической вязкости. Детальный анализ распределений компонентов вектора скорости в различных областях модели, обтекание природных и техногенных препятствий воздушным потоком, изменений в значениях по пространству модели коэффициентов турбулентной динамической вязкости свидетельствует о достаточно объективной картине расчетных аэродинамических параметров модели.

В данной публикации приводится предварительный анализ результатов численных экспериментов по переносу примеси (линейная зависимость Иванова Б.В., согласно которой увеличение высоты пляжа на 20 м приводит к росту интенсивности пыления на 30%) с учетом осаждения (рис. 2).

Графики концентраций пыли в абсолютных единицах для интервалов I-IV наглядно показывают, что для указанных интервалов рост высоты пляжа хвостохранилища АНОФ-2 приведет к увеличению концентрации пыли. Для района г. Апатиты (координаты вдоль оси X 12000-15000 м) изменение осредненной концентрации пыли на высоте человеческого роста представлено в таблице 2. Отчетливо проявляются следующие зависимости:

- чем мельче пыль, тем выше рост прогнозной концентрации;
- для самой «тяжелой» пыли предсказывается снижение концентрации, причем это уменьшение весьма заметное.

Таблица 2

Изменение осредненной концентрации пыли в районе г.Апатиты (2 от поверхности), %

Интервал пыли	I	II	III	IV	V
Изменение концентрации	+16.0	+15.2	+11.5	+2.7	-19.0

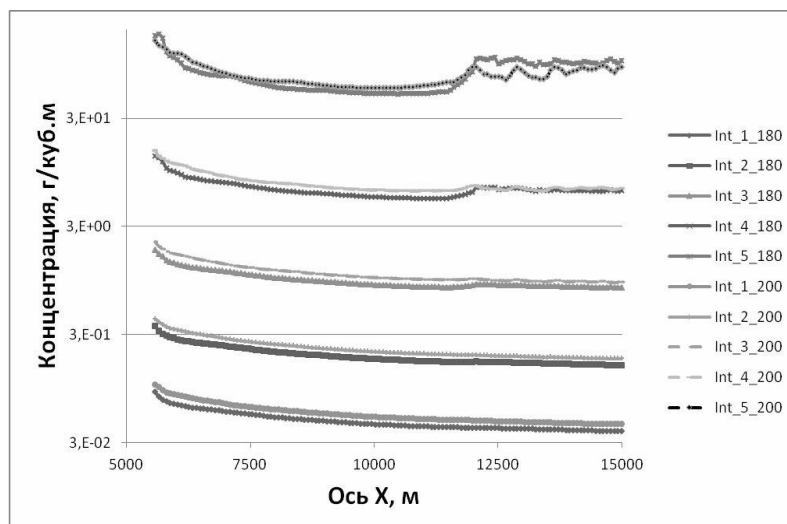


Рис. 2. Поинтервальное пространственное распределение концентрации пыли для двух высот пляжа хвостохранилища 180 м и 200 м

Дополнительно проанализировано влияние коэффициента диффузии на пространственное распределение концентрации пыли в форме нормализованного коэффициента чувствительности. На рис. 3 представлены графики коэффициентов чувствительности (интервалы I (sens1), III (sens2) и V (sens3)) концентрации пыли в зависимости от коэффициента диффузии. Знак отрицательный: физически верен, поскольку с ростом коэффициента диффузии при прочих равных условиях значение концентрации пыли будет снижаться. Менее чувствительна к изменению коэффициента диффузии «легкая» пыль (интервал 1): для района г.Апатиты значение коэффициента чувствительности находится на уровне -0.004. Средней чувствительностью к изменению коэффициента диффузии обладает пыль 3-го интервала: для района г.Апатиты значение коэффициента чувствительности находится на уровне -0.009. Наконец, наиболее чувствительна к изменению коэффициента диффузии «тяжелая» пыль (интервал 5): для района г.Апатиты значение коэффициента чувствительности находится на уровне -0.04.

Этап анализа и обобщения результатов численных экспериментов продолжается.

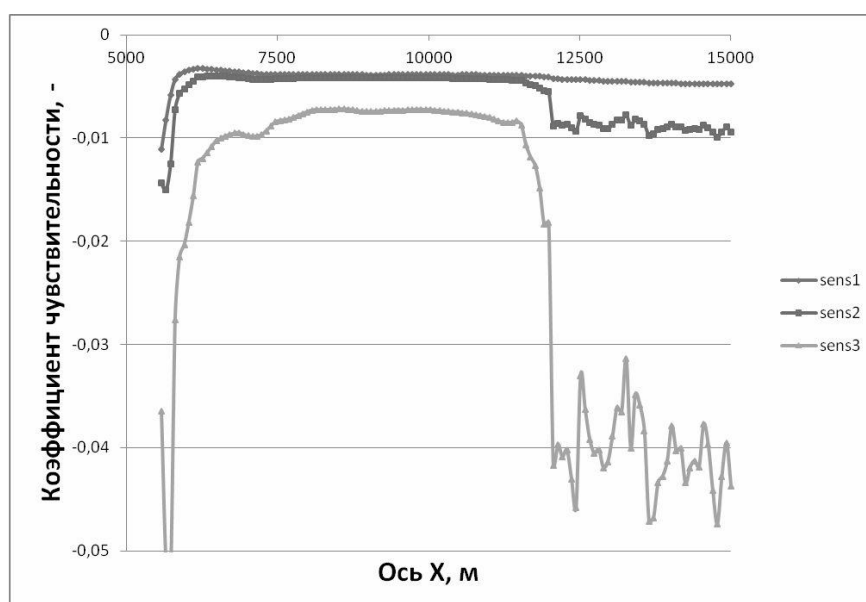


Рис. 3. Пространственное распределение нормализованного коэффициента чувствительности для концентрации пыли интервалов 1, 3 и 5 в зависимости от коэффициента диффузии вдоль пространственной переменной (sens1 – интервал I; sens2 - интервал III; sens3 - интервал V)

Предварительные выводы

Отмечая актуальность проблемы, связанной с пылением хвостохранилищ и загрязнением атмосферы при определенных метеорологических ситуациях, авторы методами численного моделирования исследуют влияния высоты пляжа хвостохранилища на уровень концентрации пыли по направлению ветрового потока. Анализ результатов численных экспериментов на базе трехмерных численных моделей аэрогазодинамики района «хвостохранилище АНОФ-2 – г. Апатиты» позволяет оценить потенциальное изменение загрязнения приземного слоя атмосферы в районе г. Апатиты при увеличении проектной высоты пылящей поверхности хвостохранилища АНОФ-2.

Литература

1. *Бакланов А.А.* Численное моделирование в рудничной аэрологии. Апатиты: КФАН СССР, 1988. 200 с.
2. Исследование условий и разработка способов подавления пылеобразования на нефелиновых хвостохранилищах П.О. «Апатит»: отчет о НИР «Изыскание методов техногенного и биологического закрепления нефелиновых хвостохранилищ» (заключ., в 3-х частях, часть 1) / Горный институт КФ АН СССР; рук. Н.Н. Мельников, Э.Б. Красносельский; отв. исполн.: С.М. Талалаев. Апатиты, 1982. 80 с. № гос. регистрации 800294489.
3. *Маслобоев В.А., Бакланов А.А., Мазухина С.И., Амосов П.В.* Компьютерное моделирование процессов пыления хвостохранилища // Вестник КНЦ. 2013. № 3. С. 44-50.
4. Решение Координационного совета по промышленной и экологической безопасности Мурманской области № 9 от 10 декабря 2012 г.
5. Спасем город Апатиты от пыли хвостохранилища АНОФ-2. URL: <http://www.hibiny.com/forum/viewtopic.php?p=258254>.
6. *Baklanov A., Rigina O.* Environmental modeling of dusting from the mining and concentration sites in the Kola Peninsula, Northwest Russia // The XI World Clear Air and Environment Congress, 14-18 September 1998, Durban, South Africa, IUAPPA-NACA // Durban, 1998. Vol. 1, 4F-3. P. 1-18,

Мухамеджанова Е.Р.^{1,2}, Махура А.Г.³, Смышляев С.П.¹

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург
tuk-lena46@yandex.ru

²Институт проблем промышленной экологии Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

³Датский метеорологический институт, г. Копенгаген, Дания
ama@dmu.dk

КЛИМАТОЛОГИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЫСОТЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ И ДАННЫХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

В последнее время все больше возрастает интерес к изучению атмосферного пограничного слоя. Это самая нижняя часть атмосферы, и ее поведение зависит от взаимодействия с подстилающей поверхностью Земли. Многие метеорологические параметры, такие как: температура воздуха, точка росы и поверхности, скорость и направление ветра, относительная влажность и другие, показывают очень быстрые флуктуации и сильное вертикальное перемешивание.

Целью данного исследования является оценка и сравнение наблюдаемых (от вертикального зондирования атмосферы) и прогнозируемых (из модельных расчетов) высот пограничного слоя атмосферы в северных широтах на суточном, месячном и годовом масштабах. Статистическая оценка взаимоотношений с другими метеорологическими параметрами также в центре внимания исследования. Смоделированные высоты пограничного слоя были извлечены из численной модели прогноза погоды высокого разрешения (the High Resolution Limited Area Model- HIRLAM). Результаты наблюдений за вертикальной структурой атмосферы были извлечены из архива данных Университета Вайоминга, США (доступные на сайте <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

Данные от отдельных станций, имеющих самый длинный временной ряд наблюдений за вертикальной структурой тропосферы и нижней стратосферы в районах северных широт, были использованы для оценки высоты пограничного слоя атмосферы и его основных характеристик. Эти

станции находятся в Северо-Западном федеральном округе России, в частности, в Ленинградской и Мурманской областях, а также в Северных странах. Среди оцененных параметров были следующее: доступная конвективная потенциальная энергия, приращение за счет конвекции, температура и давления воздуха на уровне конденсации, средняя потенциальная температура, коэффициент перемешивания в пограничном слое атмосферы, а также количество выпавших осадков (воды) по всем высотам зондирования

Результаты исследования можно использовать:

1) для демонстрации ежедневных, сезонных и межгодовых изменений в высоте пограничного слоя, а также его изменчивость в широтно-долготном распределении; 2) для верификации численного прогноза погоды и климатических моделей; 3) для улучшения прогнозов химической погоды и загрязнения воздуха; 4) для улучшения параметризации пограничного слоя в различных метеорологических моделях на разных масштабах.

Попова Л.Ф., Коробицина Ю.С.

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск

Институт естественных наук и биомедицины, г. Архангельск

natsciences@narfu.ru

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ АРКТИКИ

В период с 1 июня по 10 июля 2012 г. Северным (Арктическим) федеральным университетом имени М.В. Ломоносова совместно с ФГБУ «Северное УГМС», «Арктическим Антарктическим научно-исследовательским институтом», «Государственным океанографическим институтом», Институтом экологических проблем Севера УрО РАН при финансовой поддержке Русского географического общества была организована научно-исследовательская экспедиция «Арктический плавучий университет». Экспедиция выполнялась на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов», движение которого проходило по маршруту: Архангельск – Белое море – Баренцево море по Кольскому меридиану – Новая Земля – Земля Франца-Иосифа – Новая Земля, м. Желания – Баренцево море вдоль Новой Земли – о. Колгуев – о. Сосновец – Соловецкие острова – Архангельск.

В процессе экспедиции с целью изучения экологического состояния почв на местах высадок по ходу следования судна (рисунок) отбирались образцы проб из почвенных прикопок. Всего отобрано 28 проб на 12 пробных площадях.



Точки отбора проб почвы по маршруту следования НИС «Профессор Молчанов»

В поверхностном слое (0-10 см) почв по общепринятым методикам были определены: гранулометрический состав, pH водной вытяжки, содержание органического вещества и подвижного фосфора. Определение агрохимических свойств проведено в лаборатории биогеохимических исследований Института естественных наук и биомедицины С(А)ФУ. Валовое содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) по методике М049-П/04 на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» САФУ при финансовой поддержке Минобрнауки России.

Уровень загрязнения почв ТМ оценивали по кратности превышения ПДК и ОДК с использованием биогеохимических коэффициентов и шкал экологического нормирования.

Маршрут следования судна захватил два географических пояса: Полярный и Бореальный с тремя почвенными зонами/подзонами. Арктическая зона арктических и тундровых почв распространяется на Новую Землю, близлежащие острова и Землю Франца-Иосифа; субарктическая зона тундровых почв - южнее Новой Земли до горла Белого моря (о. Колгуев, м. Канин Нос). Почвы островов Белого моря и близлежащие материковые почвы относятся к северотаежной подзоне глеево-подзолистых почв Бореального пояса.

Агрохимические свойства исследованных почв представлены в табл. 1.

Таблица 1

Агрохимические свойства поверхностного слоя почв Арктики

Место отбора	pH	Гранулометриче-ский состав	Органическое вещество, %	PO ₄ ³⁻ , мг/кг
Арктические почвы				
о. Гольфстрим	6.88±0.34	Супесь	—*	15±1
м. Желания	6.62±0.33	Тяжелый суглинок	6.03±0.30	5±1
Русская гавань, Новая земля	4.80±0.24	Тяжелый суглинок	—	317±16
Бухта Тихая, Земля Франца Иосифа	6.77±0.34	Легкий суглинок	6.05±0.30	26±2
Тундровые неглеевые (иллювиально-гумусовые) почвы				
о. Колгуев, точка 1	5.56±0.28	Супесь	1.12±0.06	327±16
о. Колгуев, точка 2	6.11±0.31	Легкий суглинок	3.03±0.15	127 ±6
Тундровые глеевые почвы				
м. Канин Нос	5.18±0.26	Песок связный	4.00±0.20	67±3
Аллювиальные луговые кислые почвы				
м. Зимнегорский	5.77±0.29	Тяжелый суглинок	—	429±21
Подзолистые почвы				
Соловки	4.73±0.24	Песок связный	—	258±13
Летняя Золотица	4.47±0.22	Супесь	8.90±0.45	7±1
Торфяные болотные верховые почвы				
о. Сосновец	3.86±0.19	—	—	272±14

*Определение не проводилось.

Арктические почвы Новой Земли, близлежащих островов и Земли Франца-Иосифа гранулометрическому составу супесчаные, легко- и тяжело-суглинистые, имеют реакцию среды близкую к нейтральной (pH 4.8-6.9) и повышенное содержание органического вещества (6%). Обеспеченность этих почв подвижным фосфором колеблется от очень низкой (5-15 мг/кг) и низкой (26 мг/кг) до очень высокой (317 мг/кг).

Тундровые неглеевые (иллювиально-гумусовые) почвы о.Колгуев легкого гранулометрического состава с более кислой реакцией среды, чем арктические почвы (pH 5.6-6.1), и довольно высоким (127-327 мг/кг) содержанием подвижного фосфора.

Южнее, на мысе Канин Нос – тундровые глеевые оподзоленные почвы. По гранулометрическому составу эти почвы представлены песками с кислой реакцией среды (pH 5.2), низким содержанием органического вещества (1-3%) и средним содержанием (67 мг/кг) подвижного фосфора.

Подзолистые почвы Соловецких островов и деревни Летняя Золотица представлены песками с еще более кислой реакцией среды (рН 4.7) и высоким содержанием органического вещества (8.9%). Содержание подвижного фосфора в этих почвах изменяется от очень высокого (258 мг/кг) до крайне низкого (7 мг/кг).

Аллювиальные луговые кислые почвы мыса Зимнегорский – тяжелосуглинистого гранулометрического состава, с реакцией среды почвенного раствора близкой к нейтральной (рН 5.8) и очень высоким содержанием подвижного фосфора (429 мг/кг) в ней.

На о. Сосновец – торфяные болотные верховые почвы с кислой реакцией среды почвенного раствора (рН 3.9) и очень высоким содержанием подвижного фосфора (272 мг/кг).

Анализ экспериментальных данных по валовому содержанию ТМ позволил оценить степень загрязнения ими почв арктической и субарктической зоны Архангельской области, и показал наличие полиметаллического загрязнения.

К основным поллютантам исследуемой территории можно отнести Zn, Cu, Ni, As. При этом отсутствует загрязнение (или наблюдается естественное колебание фона) почвенного покрова Mn.

Сравнительный анализ валового содержания ТМ (табл. 2) показал, что почвы арктических и субарктических территорий чистые по отношению к Pb, Mn и V. Однако в почвах о. Сосновец отмечено превышение ПДК Pb в 3.4 раза, что соответствует низкому уровню загрязнения. В почвах м. Желания валовое содержание V составило 1.1 ПДК, что так же соответствует низкому уровню загрязнения. Превышений установленных нормативов по Mn не зафиксировано.

Таблица 2

Коэффициент концентрации (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c)

Место отбора	Коэффициент концентрации (K_c)								Z_c
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	As	
о. Гольфстрим	2.5	1.3	1.7	0.8	2.1	1.6	0.4	1.2	4.6
м. Желания	2.5	1.9	2.6	1.3	2.7	2.1	0.5	1.2	7.7
Русская гавань, Новая земля	3.0	1.4	2.1	1.0	2.8	2.2	0.8	1.4	7.7
Бухта Тихая, Земля Франца Иосифа	2.5	1.5	2.1	1.1	4.3	3.4	0.4	1.2	9.4
о. Колгуев, точка 1	2.5	0.4	1.0	0.3	3.4	2.7	0.4	1.2	5.0
о. Колгуев, точка 2	2.0	1.1	1.3	0.6	2.7	2.1	0.7	1.0	4.4
м. Канин Нос	3.0	0.2	1.2	0.3	14.7	11.6	1.0	1.4	6.5
м. Зимнегорский	4.0	2.6	2.2	1.0	3.7	2.9	1.1	1.9	2.3
Соловки	3.0	0.2	1.2	0.3	4.3	3.4	0.2	1.5	7.1
Летняя Золотица	3.3	0.2	1.3	0.3	6.6	5.2	0.3	1.6	1.9
о. Кузова	2.5	1.9	2.9	1.6	1.6	1.2	1.7	1.2	7.6
о. Сосновец	10.9	10.9	4.5	1.2	9.4	7.4	0.4	5.4	3.2

Почвы исследуемой территории слабо загрязнены Zn. Так, в арктических почвах, в почвах типа аллювиальные луговые кислые (м. Зимнегорский) обнаружены превышения ОДК по Zn, при этом максимальная из наблюдаемых концентраций составила 2.3 ОДК (м. Зимнегорский). Кроме этого, 58.3% отобранных почв слабо загрязнены Cu, 66.7% – Ni, 91.7% – As. При этом максимальные концентрации данных металлов составили 1.8 ОДК (о. Сосновец), 3.1 ОДК (о. Кузова) и 4.8 ОДК (м. Зимнегорский) соответственно. В то же время в почвах о. Сосновец обнаружены превышения ОДК Zn в 9.9 раза и ОДК As в 13.5 раз, что соответствует среднему уровню загрязнения.

В пробах почв м. Канин Нос и о. Сосновец зафиксированы превышения ПДК Co в 1.9 и 1.2 раза, соответственно. В пробах почв, отобранных в других точках, превышений ПДК Co не обнаружено.

Почвы арктической и приарктической зон подвергаются техногенно-антропогенному воздействию, вследствие чего происходит накопление ТМ. На это указывают рассчитанные коэффициенты концентраций, значения которых для большинства ТМ больше 1 (табл. 3). В целом для исследуемой территории ряд накопления ТМ выглядит следующим образом: $Co > Mn > Pb > Cu > Zn > As > Ni > V$.

На основе этих коэффициентов был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c , нормативно закрепленный в МУ 2.1.7.730-99 и широко используемый в качестве интегрального показателя, отражающего общий вклад ТМ в загрязнение почвенного покрова. Согласно этому показателю, практически все исследуемые почвы имеют допустимый уровень загрязнения ТМ по их валовому содержанию (Z_c менее 16).

Таблица 3

Валовое содержание тяжелых металлов в поверхностном слое почв Арктики, мг/кг

Место отбора	Химический элемент							
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	As
о. Гольфстрим	25.0±1.2	64.9±3.2	34.7±1.7	31.7±1.6	12.9±0.6	355.9±17.8	100.7±5.0	6.0±0.3
м. Желания	25.0±1.2	94.0±4.7	51.0±2.6	51.0±2.6	17.0±0.9	443.8±22.2	162.0±8.1	6.0±0.3
Русская гавань, Новая земля	30.0±1.5	69.0±3.5	41.2±2.1	40.0±2.0	17.6±0.9	679.2±34.9	139.9±7.0	7.2±0.4
Бухта Тихая, Земля Франца Иосифа	25.0±1.2	77.0±3.9	41.0±2.1	42.0±2.1	27.0±1.4	363.2±18.2	122.0±6.1	6.0±0.3
о. Колгуев, точка 1	25.0±1.2	22.1±1.1	20.0±1.0	11.5±0.6	21.6±1.1	377.1±18.9	27.5±1.4	6.0±0.3
о. Колгуев, точка 2	20.0±1.0	53.0±2.7	26.0±1.3	25.0±1.2	17.0±0.9	558.7±27.9	65.8±3.3	4.8±0.2
м. Канин Нос	30.0±1.5	12.0±0.6	24.0±1.2	12.4±0.6	92.8±4.6	833.4±41.7	18.4±0.9	7.2±0.4
м. Зимне- горский	40.0±2.0	127.6±6.4	44.0±2.2	39.2±2.0	23.2±1.2	891.0±44.6	105.6±5.3	9.6±0.5
Соловки	30.0±1.5	12.0±0.6	24.0±1.2	12.5±0.6	26.9±1.3	181.8±9.1	12.0±0.6	7.6±0.4
Летняя Золотица	32.5±1.6	13.6±0.7	26.0±1.3	13.6±0.7	41.9±2.1	217.5±10.9	13.9±0.7	7.8±0.4
о. Кузова	25.0±1.2	94.0±4.7	58.0±2.9	62.0±3.1	10.0±0.5	1454.5±72.7	40.0±2.0	6.0±0.3
о. Сосновец	108.6±5.4	544.8±27.2	90.0±4.5	49.5±2.5	59.4±3.0	373.2±18.7	45.0±2.3	27.0±1.4
ПДК (МУ 2.1.7.730-99)	32.0	87.0	53.0	85.0	50.0	1500.0	150.0	2.0
Кларк в почве	10.0	50.0	20.0	40.0	8.0	850.0	100.0	5.0
ОДК (ГН 2.1.7.2511-09)	32.0	55.0	33.0	20.0	н/д	н/д	н/д	2.0

Исключение составили тундровые глеевые почвы, подтипа тундровых глеевых оподзоленных почв мыса Канин Нос, имеющие умеренно опасный уровень загрязнения ($16 < Z_c < 32$), и торфяные болотные верховые почвы о. Сосновец, относящиеся к категории загрязнения «опасная» ($Z_c = 43.2$).

Таким образом, выявлено, что исследованные почвы арктических и субарктических территорий характеризуют различные почвенно-климатические условия и отличаются по систематическому положению. Агрохимические свойства поверхностного (0-10 см) слоя этих почв изменяются в широких пределах: гранулометрический состав – от связного песка до тяжелого суглинка; pH – от сильно кислых до нейтральных; содержание органического вещества – от очень низкого до высокого; содержание подвижного фосфора – от очень низкого до очень высокого.

Установлено наличие полиметаллического загрязнения арктических почв. К основным поллютантам можно отнести такие тяжелые металлы и металлоиды как: Zn, Cu, Ni, As. Отсутствует загрязнение отобранных почвенных образцов Mn. Ряд накопления ТМ выглядит следующим образом: $Co > Mn > Pb > Cu > Zn > As > Ni > V$. Согласно суммарному показателю загрязнения большинство почв исследуемой территории имеют допустимый уровень загрязнения тяжелыми металлами, почвы мыса Канин Нос и о. Сосновец, имеют умеренно опасный и опасный уровни загрязнения, соответственно.

Литература

1. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Введен в действие 1999-04-05. URL: <http://www.dioxin.ru/doc/mu2.1.5.7.730-99.htm> (дата обращения: 13.01.2013).
2. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Введен в действие 2009-05-18. М.: Минздрав РФ, 2009. 4 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД

Изучение химического состава лизиметрических вод является одним из этапов научно-исследовательской работы по оценке вклада атмосферных осадков и почв в формирование химического состава поверхностных вод.

Изучение химического состава почвенных вод проводилось лабораторией гидрохимии и гидрогеологии Института водных проблем Севера совместно с лабораторией почвоведения и микробиологии Института Леса КарНЦ РАН с 2009 г. В Кондопожском районе республики Карелия были заложены две пробные площади в наиболее распространенных в регионе условиях – в сосняке и ельнике черничных, произрастающих на подзолах, сформировавшихся на моренных отложениях. Лизиметры были установлены на глубину 5, 20, 40 см. Пробы лизиметрических вод отбирались ежемесячно в безморозный период (с апреля по ноябрь). При этом измерялся объем воды и пробы фильтровались. Всего было отобрано 91 проба. В лаборатории лесного почвоведения и микробиологии и аналитической лаборатории Института Леса в почвенных водах определялись следующие показатели: pH, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , щелочность, $S_{орг}$, $Fe_{общ}$, Mn , Cu , Pb , Co , Ni , Cd , Cr . Определение pH проводилось потенциометрическим методом, щелочности – методом двухточечного потенциометрического титрования, K^+ , Na^+ – атомно-эмиссионным спектрометрическим методом, Ca^{2+} , Mg^{2+} – атомно-абсорбционным в пламени, микроэлементов (Cd , Pb , Cu , Zn , Ni , Co , Cr , Mn) и железа – атомно-абсорбционным с электротермической атомизацией. В лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС в пробах лизиметрических вод были определены SO_4^{2-} , Cl^- , $P_{мин}$, $P_{общ}$, NH_4^+ , NO_3^- , $N_{орг}$, $N_{общ}$, ХПК, Al и Si . Для химического анализа использованы аттестованные методики (Руководство..., 2009).

Для каждого участка была проведена статистическая обработка данных и рассчитаны среднеарифметические, среднегеометрические и медианные значения химических показателей. Для сравнительного анализа данных использовались медианные значения.

Результаты химического анализа показали, что концентрация K^+ в лизиметрических водах, отобранных в сосняке, изменялась в пределах 2.02-11.1 мг/л и в среднем составила 2.96 мг/л (табл. 1). Содержания этого компонента в почвенных водах ельника были немного шире 0.62-17.4 мг/л, а среднее значение ниже, чем в сосняке – 1.79 мг/л.

Таблица 1

Ионный состав (мг/л), щелочность (мгHCO₃⁻/л), pH лизиметрических вод

Сосняк							
K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	Alk	pH
<u>1.77-11.1</u> 2.51	<u>0.47-1.06</u> 0.66	<u>1.57-8.54</u> 3.32	<u>0.34-1.54</u> 0.92	<u>0.61-25.6</u> 2.49	<u>0.13-2.14</u> 0.77	<u>1.22-16.4</u> 14.6	<u>4.8-6.71</u> 6.28
Ельник							
K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	Alk	pH
<u>0.62-17.4</u> 1.79	<u>0.59-2.14</u> 1.18	<u>1.05-8.77</u> 3.49	<u>0.24-1.53</u> 0.82	<u>0.85-38.1</u> 3.55	<u>0.32-2.53</u> 1.00	<u>1.95-18.5</u> 12.4	<u>4.91-7.22</u> 6.14

Примечание: В числителе – пределы колебаний по всем горизонтам, в знаменателе – медианное значение.

Лизиметрические воды в сосняке и ельнике отличались и по содержанию Na^+ : сосняк – 0.47-1.06 мг/л (среднее – 0.66 мг/л), ельник – 0.59-2.14 мг/л (среднее – 1.18 мг/л).

Наибольшим среди катионов было содержание кальция, диапазон изменения концентрации и средние значения практически одинаковы для почвенных вод обеих модельных площадок: сосняк – 1.57-8.54 мг/л (среднее – 3.32 мг/л), ельник – 1.05-8.77 мг/л (среднее – 3.49 мг/л). Содержание магния в лизиметрических водах сосняка и ельника имели близкие значения: 0.34-1.54 мг/л (среднее – 0.92 мг/л) и 0.24-1.53 мг/л (среднее – 0.82 мг/л) соответственно.

Концентрация сульфатов в воде исследованных почв изменялась в широких пределах: от 0.6 до 25.6 мг/л в сосняке и от 0.8 до 38.1 мг/л в ельнике, средние значения составили 2.49 и 3.55 мг/л, соответственно. Содержание хлоридов в среднем не превышало 1.0 мг/л (см. табл. 1). Щелочность вод находилась в пределах от единиц до 19 мгHCO₃⁻/л и в среднем составила 14.6 и 12.4 мгHCO₃⁻/л для почвенных вод сосняка и ельника соответственно.

Активная реакция среды лизиметрических вод изменялась от кислых вод (рН 4.8 – сосняк, 4.91 – ельник) до нейтральных (рН 6.71 – сосняк, 7.22 – ельник), и средние значения рН соответствуют слабокислым водам (6.28 – сосняк, 6.14 – ельник).

В почвенных водах наблюдались высокие концентрации фосфора общего 28-199 мкг/л (среднее – 88 мкг/л) в сосняке, 24-409 мкг/л в ельнике (среднее – 98 мкг/л). Следует отметить, что большая часть $P_{\text{общ}}$ приходится на минеральный фосфор (табл. 2), что характерно для незаболоченных почв (Изменения..., 1983). Среди азотистых соединений наименьшим было содержание азота аммонийного и нитратного (0.03 и 0.02 мгN/л в среднем для сосняка и ельника соответственно) (см. табл. 2). Из всех форм азота большая часть приходится на азот органический (см. табл. 2), его содержание в почвенных водах сосняка изменялось в пределах 0.36-2.11 мгN/л, в водах ельника – 0.25-2.55 мгN/л, средние концентрации составили 0.57 и 0.67 мгN/л соответственно.

Таблица 2

Содержание биогенных элементов в лизиметрических водах

Сосняк						
$P_{\text{мин}}$, мкг/л	$P_{\text{общ}}$, мкг/л	NH_4^+ , мгN/л	NO_3^- , мгN/л	$N_{\text{орг}}$, мгN/л	$N_{\text{общ}}$, мгN/л	ХПК, мгО/л
<u>17-150</u> 87	<u>28-199</u> 88	<u>0.01-0.04</u> 0.03	<u>0.01-0.05</u> 0.01	<u>0.36-2.11</u> 0.57	<u>0.39-2.13</u> 0.60	<u>29.4-514</u> 63.4
Ельник						
<u>1.1-157</u> 63	<u>24-409</u> 98	<u>0.01-1.26</u> 0.04	<u>0.01-0.5</u> 0.02	<u>0.29-2.51</u> 0.67	<u>0.46-2.52</u> 0.81	<u>20.1-591</u> 72.2

Примечание: В числителе – пределы колебаний по всем горизонтам, в знаменателе – медианное значение.

Среднее содержание органического вещества в лизиметрических пробах (по ХПК) варьировало от 39 до 88 мгО/л в сосняке и от 39 до 117 мгО/л в ельнике (см. табл. 2).

Почвенные воды отличаются высоким содержанием Fe, Al, и Si (табл. 3). Средние концентрации этих элементов в сосняке и ельнике составили: Fe – 0.30, 0.27 мг/л, Al – 0.28, 0.32 мг/л, Si – 2.50, 4.80 мг/л. Для этих вод было отмечено низкое содержание марганца, среднее значение этого компонента не превышало 0.02 мг/л (см. табл. 3).

Содержание тяжелых металлов в пробах почвенных вод изменялось в широких пределах, особенно это относится к Zn, Cu, Pb и Ni (табл. 4). Медианные значения концентраций большинства металлов было на уровне или менее 1 мкг/л. И только для Zn и Cu характерны более высокие их концентрации. Так, средняя концентрация Zn в сосняке составляла 44.4, а в ельнике – 27 мкг/л. Средняя концентрация Cu в водах опытных участков была 3.52 (сосняк) и 2.49 мкг/л (ельник).

Таблица 3

Содержание литофильных элементов в лизиметрических водах, мг/л

Сосняк			
Fe	Mn	Al	Si
<u>0.03-0.88</u> 0.30	<u>0.01-0.05</u> 0.02	<u>0.03-0.73</u> 0.28	<u>1.27-5.75</u> 2.49
Ельник			
<u>0.01-0.79</u> 0.28	<u>0.01-0.11</u> 0.02	<u>0.11-1.08</u> 0.32	<u>1.83-6.28</u> 3.88

Примечание: В числителе – пределы колебаний по всем горизонтам, в знаменателе – медианное значение.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в лизиметрических водах, мкг/л

Сосняк						
Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Cd	Cr
<u>7.58-94.3</u> 44.4	<u>0.18-8.91</u> 3.52	<u>0.16-4.20</u> 1.08	<u>0.16-6.90</u> 1.13	<u>0.06-0.97</u> 0.29	<u>0.04-0.88</u> 0.16	<u>0.02-0.80</u> 0.21
Ельник						
<u>0.28-116</u> 27.3	<u>0.11-26.1</u> 2.49	<u>0.04-6.50</u> 0.70	<u>0.01-279</u> 2.23	<u>0.01-1.01</u> 0.27	<u>0.04-1.1</u> 0.15	<u>0.03-1.20</u> 0.28

Примечание: В числителе – пределы колебаний по всем горизонтам, в знаменателе – медианное значение.

Было изучено распределение компонентов в почвенном профиле. Для сосняка наблюдалось уменьшение содержания калия, натрия, кальция, магния, гидрокарбонатов, а для ельника – уменьшение содержания калия, кальция и увеличение содержания натрия и гидрокарбонатов (табл. 5). Содержание магния (0.9-0.8 мг/л) и хлоридов (1.1-1.0 мг/л) оставалось практически на одном уровне. В обоих профилях наблюдалось увеличение значения pH и накопление сульфатов с глубиной, поскольку почвы такого типа могут аккумулировать серу (Особенности..., 2013).

Таблица 5

Распределение главных ионов в лизиметрических водах по профилю почв, мг/л

Сосняк								
Глубина	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Alk	pH
5 см	2.96	0.76	4.35	1.12	1.99	0.83	14.6	6.12
20 см	2.06	0.55	2.28	0.71	2.99	0.70	13.7	6.52
Ельник								
5 см	2.72	0.59	4.57	0.93	2.42	1.06	11.9	5.88
20 см	1.32	1.40	3.07	0.71	3.56	0.91	8.91	6.17
40 см	1.32	1.55	2.82	0.81	4.68	1.02	16.4	6.80

В профиле сосняка наблюдалось уменьшение содержания биогенных элементов и органического вещества (табл. 6). В ельнике отмечалось увеличение содержания минерального и общего фосфора на глубине 20 см, далее наблюдалось его резкое уменьшение. Что касается соединений азота, то содержание ионов аммония и нитратов оставалось на одном уровне, а органического и общего азота уменьшалось с глубиной. Максимальная величина ХПК обнаружена на 40-сантиметровом горизонте.

Таблица 6

Распределение биогенных элементов и ХПК лизиметрических вод по профилю почв

Сосняк							
Глубина	P _{мин} , мкг/л	P _{общ} , мкг/л	NH ₄ ⁺ , мгN/л	NO ₃ ⁻ , мгN/л	N _{орг} , мгN/л	N _{общ} , мгN/л	ХПК, мгО/л
5 см	87	101	0.02	0.01	0.67	0.70	88.0
20 см	17	75	0.03	0.01	0.47	0.50	38.7
Ельник							
Глубина	P _{мин} , мкг/л	P _{общ} , мкг/л	NH ₄ ⁺ , мгN/л	NO ₃ ⁻ , мгN/л	N _{орг} , мгN/л	N _{общ} , мгN/л	ХПК, мгО/л
5 см	59	91	0.08	0.03	0.81	0.98	60.9
20 см	123	155	0.01	0.02	0.61	0.79	38.9
40 см	5.5	48.5	0.02	0.01	0.59	0.66	117

В обоих исследуемых профилях наблюдалось уменьшение содержания алюминия и накопление кремния с глубиной (табл. 7). Содержание железа уменьшалось в профиле сосняка и оставалось одинаковым на всех горизонтах в ельнике. Концентрации марганца были низкими и не менялись по глубине.

Таблица 7

Распределение литофильных элементов в лизиметрических водах по профилю почв, мг/л

Сосняк				
Глубина	Fe	Mn	Al	Si
5 см	0.43	0.02	0.45	2.25
20 см	0.17	0.01	0.11	2.74
Ельник				
Глубина	Fe	Mn	Al	Si
5 см	0.27	0.02	0.44	3.70
20 см	0.27	0.01	0.26	5.51
40 см	0.28	0.01	0.27	5.18

В распределении тяжелых металлов наблюдалась следующая картина: увеличение содержания кадмия и меди по профилю сосняка, уменьшение концентрации цинка (табл. 8). Содержание остальных микроэлементов находилось на одном уровне на всех горизонтах. В ельнике наблюдалось накопление Cd, Pb и Zn и уменьшение содержания Co, Ni, Cu (см. табл. 8).

В заключение можно отметить, что содержание калия в лизиметрических водах (2.96 и 1.79 мг/л в ельнике и сосняке соответственно) больше, чем натрия (0.66 (сосняк), 1.18 мг/л (ельник)). Наибольшим среди катионов было содержание кальция – до 3.5 мг/л. Щелочность вод находилась в пределах от единиц до 19 мгHCO₃⁻/л. Средние значения концентрации сульфатов для сосняка и ельника составили соответственно 2.49 и 3.55 мг/л. Содержание марганца и хлоридов не превышало 1.0 мг/л. Величина pH лизиметрических вод находилась в диапазоне 4.8-7.22, и по средним значениям соответствовало слабокислым водам (6.28 – сосняк, 6.14 – ельник). В почвенных водах наблюдались высокие концентрации фосфора общего до 98 мкг/л, большая часть которого приходится на минеральный. Среди соединений азота наименьшим было содержание аммонийного и нитратного, а наибольшим – органического (до 0.7 мгN/л). В почвенных водах отмечалось высокое содержание органического вещества по ХПК (88-117 мгО/л) и литофильных элементов (Fe, Al, и Si). Среди тяжелых металлов наибольшим было содержание цинка и меди (медианные концентрации – 44 и 3.5 мкг/л соответственно).

Таблица 8

Распределение тяжелых металлов в лизиметрических водах по профилю почв, мкг/л

Сосняк							
Глубина	Cd	Cr	Co	Ni	Pb	Cu	Zn
5 см	0.13	0.21	0.26	1.03	1.10	2.92	47.3
20 см	0.19	0.20	0.31	1.23	1.05	4.12	41.5
Ельник							
Глубина	Cd	Cr	Co	Ni	Pb	Cu	Zn
5 см	0.14	0.27	0.35	4.7	0.55	2.45	14
20 см	0.14	0.27	0.23	1.01	0.74	2.85	33
40 см	0.17	0.29	0.23	0.97	0.80	2.17	35

В распределении компонентов в обоих почвенных профилях наблюдалось уменьшение концентрации калия, кальция и увеличение содержания сульфатов, натрия, гидрокарбонатов и величины pH.

Для обоих профилей отмечалось уменьшение содержания общего азота, а в сосняке еще и фосфора и ХПК. В почвенном профиле ельника было выявлено накопление фосфора на глубине 20 см и ОВ на глубине 40 см.

В обоих исследуемых профилях установлено уменьшение содержания алюминия и накопление кремния с глубиной, а концентрации марганца были на одном уровне.

В распределении тяжелых металлов наблюдалась следующая картина: увеличение содержания кадмия и меди по профилю сосняка и уменьшение концентрации цинка. Содержание остальных микроэлементов находилось на одном уровне на всех горизонтах. В ельнике наблюдалось накопление Cd, Pb и Zn и уменьшение содержания Co, Ni, Cu.

Литература

1. Евтюгина З.А., Асминг В.Э. Особенности формирования состава инфильтрационных вод в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестник МГТУ, 2013. Том 16, № 1. С. 73-80.
2. Изменения в системе «водосбор - озеро» под влиянием антропогенного фактора / отв. ред. И.Н. Соркин. Ленинград. «Наука», 1983. С. 293.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 / под. ред. Л.В. Боевой. Ростов-на-Дону. «НОК», 2009. С. 1044.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОСВОЕНИИ ОЗЕР ЧУКОТКИ

Озёра Чукотки по происхождению наиболее часто подразделяют на 4 основные группы: термокарстовые, ледниковые, речных долин (или старичные), лагунные; в меньшей степени распространены тектонические и кратерные (вулканические) озера (Пономарев, 1953; Кривошеков, 2000 и др.). Подавляющая часть озёр находится на низменностях, приуроченных в основном к побережьям Берингова, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также к внутренним впадинам. По численности на низменностях первенство «делили» то термокарстовые, то ледниковые озера. О доминировании термокарстовых озёр на низменностях Чукотки указывали С.В. Томирдиаро (1972, 1978, 1980), Л.Е. Симова (1964), Н.А. Шило (1964), С.Н. Бражник (1994) и др. С другой стороны, Б.И. Втюрин (1964), Н.А. Граве и И.А. Некрасов (1961) отмечали слабое развитие термокарста по повторно-жильным льдам в Анадырской низменности; позднее А.С. Любомиров фактически «дезаурировал» распространение термокарстовых озёр на низменностях Чукотки в связи «...с отсутствием надежных критериев отнесения озёр к термокарстовым» (Озёра...1990).

По нашему мнению, при отнесении озёр к тому или иному генетическому типу следует учитывать как «генеральное», так и смешанное во многих случаях их происхождение. Так, например, в изначально образовавшихся понижениях на равнинах ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции первичное накопление воды происходило за счет осадков или водотоков. В дальнейшем углубление или расширение такого озера могло происходить при оттаивании подземных льдов, т.е. собственно термокарста, или термоабразии при волновом воздействии, или подпруживании и т.д.

Практическое освоение озёр Чукотки реально осуществлялось (или планировалось) в следующих основных направлениях:

- водоснабжение населенных пунктов полностью или частично за счет поверхностных (озерных) вод (Шахтерский, Уэлькаль, Конергино, Лаврентия, Нешкан, Певек, Айон и др.); до строительства плотины на р. Казачке (1964 г.) г.Анадырь снабжался водой или льдом из ближайших небольших озёр и указанной речки;
- водоснабжение за счет подземных вод подозерных таликов (Угольные Копи, Шахтерский, Канчалан);
- мелиорация (осушение) для сельскохозяйственного использования (луговодства) в целях животноводства (Анадырская низменность, побережье Чукотского моря);
- рыболовство (озера Аччен, Майниц, Пекульнейское и др.);
- туризм, рекреация (например, часто посещаемое туристами озеро Эльгыгытгын).

Наиболее детально в гидрологическом, гидрохимическом, геотермическом и отчасти в гидробиологическом отношении изучены озёра в Анадырской низменности, особенно в её восточной части - в бассейнах рек Волчья, Угольная, Казачка и др. (рис. 1).

Большая часть озёр изучалась Анадырской мерзлотной станцией (АНИМС) в период с 1935 до середины 1980 гг. (П.Ф. Швецов, И.А. Некрасов, Б.И. Втюрин, А.С. Любомиров и др.); исследования также проводили трест «Дальвостуглеразведка» (М.В. Петайчук, Т.Н. Елисафенко, С.М. Медведь, В.Т. Рузанов); Анадырская ГРЭ (А.А. Бурханов и др.); СВКНИИ (С.В. Томирдиаро, В.К. Рябчун, С.Н. Бражник, В.С. Кривошеков, В.Т. Рузанов, О.Д. Трегубов и др.); ООО «ВЕД» (С.Г. Николаев и др.).

За пределами Анадырской низменности относительно хорошо исследованы лишь несколько озёр. Необходимо отметить всестороннее изучение широко известного озера Эльгыгытгын (чукотское название - Белое озеро; в отдельные годы лёд на озере сохранялся всё лето), расположенного в центральной части Чукотки. Это озеро и его окрестности детально изучены геологами, ботаниками, гидробиологами, гидрологами, палеогеографами. Глубина его достигает 169 м, площадь 120 км².

В приморских низменностях, в удалении от речных долин, эстуариев и морских побережий (где сформировались пойменные или лагунные озёра), на современных морских, верхне- и среднеплейстоценовых морских, ледниковых и водно-ледниковых отложениях распространены всего две разновидности озёр:

- относительно молодые, возрастом в несколько сот лет, глубиной в основном до 1.5-2.0 м, с ровным илистым дном, в зимнее время полностью или частично промерзающие (Нижнее, Предгорное, Охотничье и др.); такие озёра отнесены к термокарстовым (рис. 1);
- более древние, возрастом в несколько тысяч лет, значительно более глубокие - свыше 3.5-4.0 м, с неровным дном (Верхнее, Ходеевское, Воротное и др.). Озёра этой разновидности отнесены

к ледниковым (Рузанов, 1999). Типичные ледниковые озёра: Водокачечное, расположенное в ложбине, соединяющей долину р.Волчья с Анадырским лиманом; Верхнее – водораздельное озеро в седловине между двумя гряды (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения озёр в районе г.Анадыря: ВД – Вертолётка-дальнее; В – Воротное, Ве – Верхнее, Во – Водокачечное, К – Куликовое, М – Мысовое, Н – Нижнее, Ос – Островное, П – Предгорное, С – Солёное

Озеро Водокачечное (на топокарте 1953 г. – Каменистое), как отмечает С.В. Томирдиаро (1980) «...- древнее образование. Оно развито во флювиогляциальных отложениях предгорного шлейфа гряды Гребешки. Поэтому в отличие от термокарстовых озёр его котловина неровная, имеет западины и отмели, а также песчано-галечные пляжи. ... Температуры по скважине почти не понижаются с глубиной до самого забоя (22 м) и составляют около +4°C». Следует отметить, что данное озеро много лет использовалось для водоснабжения п. Шахтерский и одной из воинских частей. В настоящее время водозабор на озере заброшен.

Основные параметры хорошо изученных ледниковых, а также некоторых термокарстовых озёр представлены в таблице

Таблица 1

Параметры озёр Чукотки

Группа и название озера	Размеры, км / площадь, км ²	Глубина, м	Отметка уреза	ВГМ, м	Минерализация воды, мг/л
1. Ледниковые озёра					
Воротное	0.1x0.145/0.014	3.77	9.8	-	80-479
Водокачечное	0.25x0.5/0.012	4.5	21.4	-	40
Ходеевское	0.6x1.0/0.465	3.0	50.0	-	20-300
Ходеевское (водохр.)	0.8x1.6/0.651	4.20	51.2	-	20-300
Четвёртое	0.16x0.45/0.06	3.66	48.0	-	30-87
Истихед	2x9.5/19	92.5	2	-	100-200
2. Термокарстовые озёра					
Нижнее	0.2x0.35/0.07	2.3	5.7	20.5	40-130
Охотничье	2.7x4.8/13.0	1.9	1.1	15	1330
Гагарье	1.5x2.8/4.2	3.8	19.0	-	51
Александра	3.3x6.2/20.15	2	15	Н.с.	менее 1000
3. Старичные озёра					
Красное	32.5x14.1/458	6	1,0	-	менее 1000
4. Лагунные озёра					
Пекульнейское	17x42/720	Н.с.	1,0	Н.с.	менее 1000
5. Тектонические озёра					
Эльгыгытгын	8.7x14/120	169	492	-	30-50

Примечание: 1. Знак «-» (прочерк) – под озером сквозной талик. 2. Н.с. – нет сведений.

Анализ данных табл. 1 приводит к выводу, что под относительно молодыми термокарстовыми озёрами почти всегда находится несквозной талик; редкое исключение для Анадырской низменности – сквозной устойчивый талик под гораздо более старым термокарстовым оз. Гагарье, образовавшийся в условиях преграды его «кочеванию» в виде моренного увала со стороны «подветренного» берега (Кривошеков, 2000).

Мощность толщи многолетней мерзлоты (ТМП) на большей части Анадырской низменности, в удалении от водотоков и водоёмов, составляет в основном 100-200 м. Однако даже под небольшими озёрами ледникового происхождения установлены сквозные талики. Так, ширина оз. Воротного всего 80-110 м, длина 145 м, но под его акваторией, по данным бурения и геотермии в скважинах, установлен сквозной талик. При этом ТМП вблизи этого озера составляет около 120-140 м.

Одним из наиболее детально изученных ледниковых озёр Чукотки является оз. Ходеевское, расположенное на предгорной равнине, сложенной ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями (рис. 2).

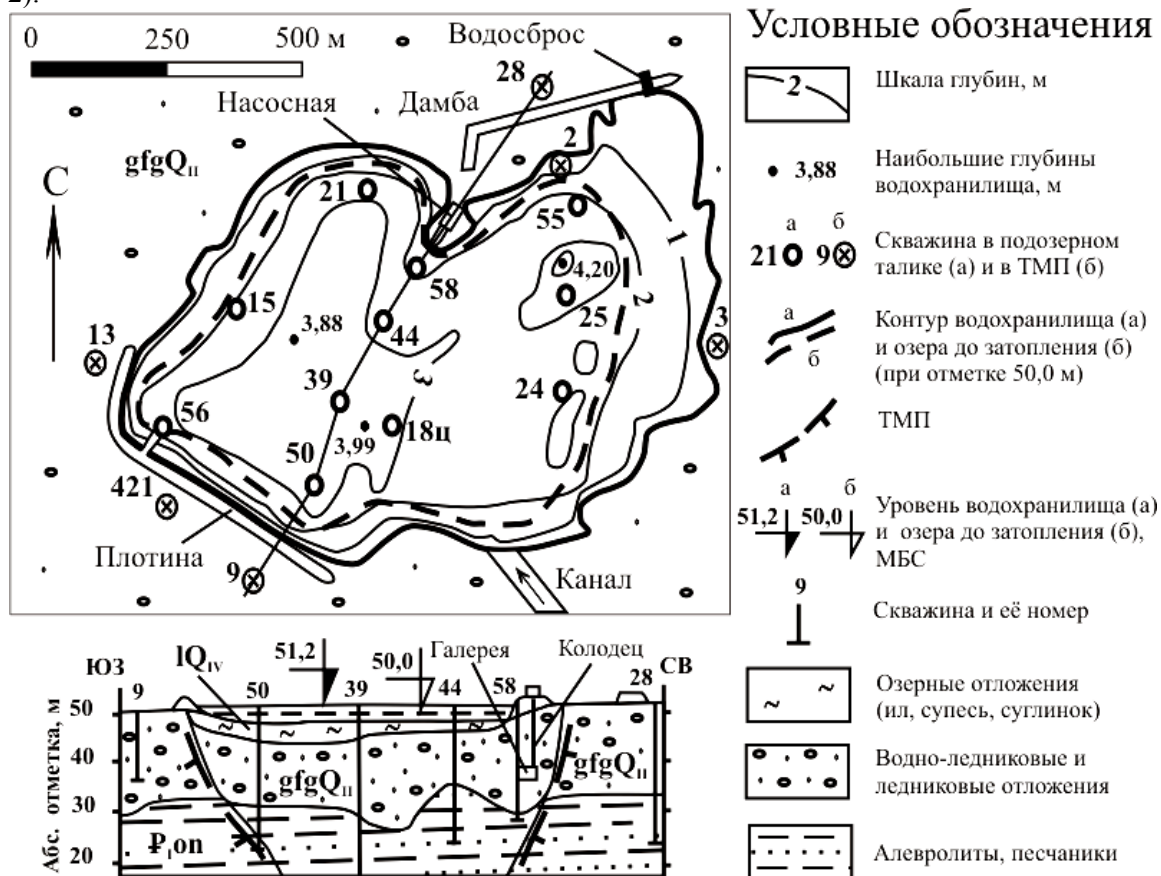


Рис. 2. Озеро Ходеевское: мерзлотно-гидрогеологическая схема и разрез

До строительства плотины максимальная глубина озера не превышала 3,0 м. После создания водохранилища площадь и глубина заметно возросли (табл. 1). Талик под озером сквозной, основной водоносный горизонт (ВГ) связан с гравийно-галечниковыми отложениями (gfgQII). От вод озера основной ВГ отделён илисто-суглинистым слоем мощностью до 5,4 м; местами этот изолирующий слой отсутствует. Рельеф дна неровный, с тремя котловинами в разных частях озера (Рузанов, 1999). Подземные воды подозёрного талика эксплуатировались галерейным водозабором (крупнейшим на Северо-Востоке России) более 30 лет для водоснабжения п. Угольные Копи; водоотбор достигал 3-4 тыс. м³/сутки. Несмотря на строительство канала, длиной около 1,5 км, для переброски воды р. Первая Речка в озеро, и строительства водопоглощающих скважин, качество подземных вод подозёрного талика при многолетней эксплуатации не улучшилось.

Ледниковое оз. Воротное впервые исследовано в 1937-1938 гг. В отчете АНИМС (Швецов, 1937, фонды СВКНИИ) это озеро рекомендовалось для водоснабжения рыбозавода. В 1994 г. ТОО «Геоаква», при участии автора, на озере Воротном были проведены гидрогеологические работы для водоснабжения. Но качество подземных вод оказалось неудовлетворительным.

Выводы

Озёра Чукотки изучались на протяжении десятков лет, сначала АНИМС, позднее другими организациями. Предложены различные гипотезы их формирования, но вопросы о генезисе, классификации озёр остаются ещё открытыми. Многолетний опыт водоснабжения населённых пунктов Чукотского АО за счет поверхностных вод озёр или подземных вод подозёрных таликов может быть использован и в других регионах Севера. При освоении озёр Чукотки проявились и крупные геоэкологические просчёты: при осушении для луговодства ряда крупных озёр были загублены нерестилища лососёвых (оз. Александра и др.), обиталища краснокнижных птиц, да и само луговодство быстро деградировало; строительство водохранилищ на озёрах (Нешкан, Угольные Копи) не привело к существенному улучшению качества поверхностных или подземных вод. Проблема «доизучения» озёр Чукотки пока не закрыта.

Литература

1. *Кривошеков В.С.* Мелиорация и освоение земель на Чукотке. Магадан: Чукотский филиал СВКНИИ ДВО РАН, 2000. 274 С.
2. *Некрасов И.А.* Озера восточной части Нижне-Анадырской низменности / Материалы по геологии и полезным ископаемым Север-Востока СССР. Вып. 14. Магадан: Кн. изд-во, 1960. С. 152-164.
3. Озера криолитозоны Чукотки / *Любомиров А.С.* Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1990. 176 с.
4. *Пономарев В.М.* Четвертичные отложения и вечная мерзлота Чукотки. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 267 с.
5. *Рузанов В.Т., Медведь С.М.* Оценка надежности водозаборных геотехнических систем в районе г. Анадырь // Комплексные исследования Чукотки (проблемы геологии и биогеографии). Магадан: ЧФ СВКНИИ СВНЦ ДВО РАН, 1999. С. 159-165.
6. *Симова Л.Е.* Возникновение, развитие и деградация термокарстовых озёр в Анадырской тундре / Вечная мерзлота Чукотки. Магадан: Тр. СВКНИИ СО АН СССР, 1964. Вып. 10. С. 130-136.
7. *Томирдиаро С.В.* Природные процессы и освоение горных стран и низменностей. М.: Недра, 1978. 145 с.

Рыбалко А.Е., Федорова Н.К.

ОАО «Севморгео», г. Санкт-Петербург
rybalko@sevmorgeo.com

ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ И ПРИДОННЫХ ВОД КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ – РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА 2005-2012 гг.

Проблемы геоэкологии Белого моря – единственного внутреннего бассейна, находящегося полностью под юрисдикцией России, всегда стояли в повестке дня. Начиная с 2003 года, здесь проводится регулярный федеральный мониторинг геологической среды. Эти работы показали, что наряду с тем, что на большей части морского бассейна, вопреки многим расхожим мнениям, экологическая ситуация нормальная, выделяются два района с высокой степенью антропогенной нагрузки: Это – южная часть Двинского залива с дельтой Северной Двины и кутовая часть Кандалакшского залива. С 2011 года при перестройке системы Государственного мониторинга геологической среды шельфа (ГМГСШ) Белого моря дальнейшие работы были продолжены именно в этих двух районах. В первом из них работы выполнялись силами ВСЕГЕИ, а во втором – были продолжены наблюдения ОАО «Севморгео», которое работало здесь с 2003 года.

В 2011 году в Кандалакшском заливе были проведены комплексные геоэкологические исследования, которые включали 70 станций геологического пробоотбора, 50 км сейсмоакустических профилей с двумя системами профилографов (работы проводились совместно с геологическим факультетом МГУ с Беломорской Биостанции) и гидролокацией бокового обзора.

Гидрохимические исследования в комплексе геоэкологического мониторинга включали в себя отбор придонных вод пластиковым батометром, иловых вод – ковшом-дночерпателем с последующим отжимом их на центрифуге. Непосредственно на борту судна проводился экспрессный комплекс определений физико-химических свойств воды, по которым давалась предварительная оценка качества воды. В стационарной лаборатории ОАО «Севморгео»

в дальнейшем выполнялись определения концентраций тяжелых металлов, нефтепродуктов и хлорорганических загрязнителей (ОАО «Тайфун»). Пробы придонных вод отбирались как на выходе из Кандалакшского рейда (сама акватория рейда с 2010 года оказалась закрытой для проведения мониторинга по режимным соображениям), так и вдоль предполагаемых линий тектонических нарушений, где по данным сейсмопрофилирования были установлены выходы газов. Проведенные в 2011 году измерения физико-химических параметров придонных вод Кандалакшского залива позволили оценить состояние водной толщи вблизи границы «дно-вода», как благоприятное.

Важнейшим показателем загрязненности придонных вод являются тяжелые металлы (ТМ). Они не только отражают уровень загрязнения конкретными поллютантами, но и отражают характер водообменных процессов на границе «дно-вода», а также фиксируют пути и границы распространения загрязняющих веществ в целом. Данные по содержанию ТМ в придонных водах по материалам мониторинга приведены в таблице 1.

Приведенные данные свидетельствуют, что придонные воды на момент проведения измерений были относительно чистыми. Так, содержание *кадмия* на 50% станций оказалось ниже предела чувствительности прибора, а на остальных – ниже ПДК. Концентрации *свинца* в придонной воде составляют от 0.1 до 5.0 мкг/л, что значительно ниже ПДК. Следует отметить, что в предыдущие годы непосредственно в Кандалакшском порту были установлены содержания свинца на уровне 10 ПДК, хотя эти результаты и не получили подтверждения по данным Мурманского УГМС. *Медь* на общем фоне низкого содержания остальных ТМ, присутствует в придонных водах в значимых концентрациях: от 5.2 до 16.5 мкг/л. На всех станциях был превышен уровень ПДК. Причину повышения концентраций меди в придонной воде можно объяснить инфильтрацией подземных вод по зонам современных дизъюнктивов. Это подтверждается и результатами гидрофизического зондирования, которые показали на ряде станций в основании наличие слоя относительно опресненных вод. Так, на станциях, приуроченных к прямолинейным, тектонически предопределенным берегам пролива Ряшкова Салма и Колвицкой губы, были установлены концентрации меди в придонных водах около 10 мкг/л.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в придонной воде Кандалакшского залива. 2011 год

№ п/п	Номер пробы	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	Hg
		мкг/ л							
1	303/11	0.6	1.2	62.9	5.4	<3	<0.3	<2	0.09
2	307/11	0.1	1.1	70.2	7.0	<3	<0.3	<2	0.09
3	311/11	0.5	1.1	40.3	8.7	<3	<0.3	<2	0.09
4	314/11	0.4	3.3	10.2	11.7	<3	<0.3	<2	0.09
5	318/11	0.5	5.0	22.6	16.5	<3	<0.3	<2	0.09
6	335/11	<0.1	5.0	2.0	11.0	<3	<0.3	<2	0.09
7	351/11	<0.1	3.2	2.4	5.2	<3	<0.3	<2	0.09
8	352/11	<0.1	<0.1	3.2	7.5	<3	<0.3	<2	0.09
9	355/11	<0.1	1.2	10.8	7.0	<3	<0.3	<2	0.09
10	358/11	0.1	3.1	30.5	5.2	<3	<0.3	<2	0.29
11	ПДК	1	10	10	5	10	10	50	0,1
12									

Наиболее высокие концентрации в придонных водах были зафиксированы для *цинка*. На отдельных станциях они превышали ПДК почти в 6-7 раз. На этих же станциях одновременно были зафиксированы минимальные значения редокс-потенциала. Это указывает на возможность инфильтрации Zn из донных осадков при редукции зоны окисления. Источником этого металла также может быть инфильтрация подземных вод по тектоническим трещинам, на что указывают гидрохимические аномалии опресненных вод в придонном слое, которые по данным гидрофизического зондирования в 2009 году были установлены на этих же станциях. Подтверждением возможной инфильтрации подземных вод по тектоническим трещинам служит и тот факт, что единственное значимое содержание *ртути* в придонных водах, почти в три раза превышающее уровень ПДК, также располагается в зоне предполагаемого активного разлома

(табл.1). Содержание *никеля, хрома и мышьяка* в придонной воде по данным съемки 2011 года были ниже предела чувствительности определения.

Для оценки современного геоэкологического состояния района исследований была проведена оценка качества морских вод с использованием расчетного значения индекса загрязненности вод (ИЗВ), позволяющего отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты. При этом для характеристики экологической составляющей среди показателей предпочтение было отдано тяжелым металлам, имеющим токсикологический признак вредности. Индекс рассчитан для Cd, Pb, Zn, Cu и Hg с учетом нормы растворенного кислорода. При значении индекса (ИЗВ) от 0.3 до 1.0 придонная вода соответствует II классу – «чистая вода», а от 1.0 до 2.5 – III классу – «умеренно-загрязненная вода». Мористая часть акватории Кандалакшского залива может быть отнесена к категории «чистых» или «незагрязненных». Только четыре пробы придонной воды, специально отобранных в зонах предполагаемых нарушений, можно отнести к III классу загрязнений, что может указывать на другой источник поступления ТМ, кроме антропогенного фактора.

Содержание *нефтепродуктов* в придонной воде очень низкое и изменяется от 0.005 до 0.014 мг/л, что значительно ниже ПДК. На общем низком фоне значений максимальное содержание нефтепродуктов отмечено в северной части губы, у выхода с Кандалакшского рейда. Это обстоятельство можно связать с выносом этого поллютанта от Кандалакши, где в прошлые годы фиксировались устойчивые уровни загрязнения углеводородами. Однако, проверить это предположение наблюдениями на самом рейде, как уже упоминалось, не удалось.

Проведенные в рамках мониторинга измерения стойких органических загрязнителей (СОЗ), в состав которых входят ПАУ, ПХБ и ХОП, показали, что на всех станциях, где проводился отбор проб, их концентрации много ниже существующих ПДК или других контрольных уровней. Некоторое повышение валовых содержаний полиароматических углеводородов (ПАУ) отмечается у выхода из Кандалакшского рейда, там же, где были зафиксированы и повышенные содержания НП. Скорее всего, это связано с современным загрязнением рейдовой стоянки судов. Техногенное происхождение имеют, вероятно, и установленные в Палкиной губе повышенные содержания ХОП (много ниже ПДК). Источник их поступления – рыбаобработчик на западном берегу губы.

Донные осадки, как известно, являются депонирующей средой и их анализ отражает не моментальный, а длительный результат воздействия техногенных факторов. По данным литологической съемки они представлены алевропелитами, песками алевритовыми, песками и миктитами пелитового и алевритового, а также песчанистого составов. В заливе также развиты также пески, слагающие как прибрежные аккумулятивные тела, так и развитые на глубинах более 20 м, т.е. заведомо ниже базиса современного волнения, а также грубообломочные образования (занимают около 20% современного морского дна). Они распространены как вдоль побережья (например в прибрежных шхерах от Кандалакшских тундр до губы Колвица), так и на затопленной поверхности структурных и моренных гряд. Кроме того, на многих станциях, особенно в северной части залива, галька, щебень и дресва кристаллических пород существенно обогащают поверхностный горизонт донных отложений, составляя до 20-30% и формируя типичный перлювиальный горизонт. Особое место занимают пески в Кандалакшском порту. Они загрязнены угольной крошкой, древесной щепой, а по геохимическим данным здесь зафиксированы повышенные концентрации нефтепродуктов и стронция. Это уже типично антропогенные отложения, связанные с перегрузкой судов в порту.

Алевропелитовые осадки развиты в южной части описываемого района, а также выполняют локальные впадины в шхерном районе. Мощность тонкозернистых осадков может достигать по данным сейсмоакустического профилирования 10 и более метров. Они выполняют также большую часть губы Колвица.

Распределение ТМ, мышьяка и стронция в донных осадках очень неравномерное. Наибольшее стандартное отклонение от среднего содержания было установлено у стронция, ванадия, хрома, цинка и меди, которое изменяется от 71.15 до 20.42.

Стронций является токсичным металлом, однако, нормирующие факторы для него отсутствуют как в России, так и в других странах. Одним из источников поступления Sr в донные отложения является пыль, возникающая при открытой перегрузке апатитового концентрата в Кандалакшском порту. Среднее содержание Sr в континентальной коре – 260 г/т. Единственным промышленно освоенным сырьем для извлечения стронция является апатит из нефелиновых пород, среднее содержание стронция в котором составляет 3.96%. Содержания стронция в Кандалакшском заливе изменяется от 232 до 512 г/т, при стандартном отклонении в 19%. Все повышенные концентрации были отмечены вблизи терминала Кандалакшского порта, где наблюдения проводились вплоть до 2008 г.

Мышьяк относится к полуметаллам повышенной токсичности (I-II класс опасности). Распределение мышьяка в поверхностных донных осадках Кандалакшского залива, в отличие от стронция, достаточно однородно и находится в пределах от 33 до 50 ppm. Эти значения по классификации Норвежского агентства по контролю за загрязнением окружающей среды попадают в интервал значений от 20-80 г/т, которые классифицируются как «умеренно загрязненные осадки». Однако, равномерное распространение этого микроэлемента, также наблюдавшееся и в прошлые годы, говорит, скорее всего, о повышенном геохимическом фоне As для этого района, а не об общем загрязнении. Т.е. ведущим является природный фактор.

Концентрации *цинка* в донных осадках Кандалакшского залива изменяются от 47 до 202 г/т и в среднем составляют 90 г/т. По классификации Норвежского агентства по контролю за загрязнением окружающей среды все пробы поверхностных донных осадков можно отнести к «незагрязненным» осадкам, за исключением одной станции около г. Кандалакша, где содержание цинка составляет 220 г/т, что соответствует уровню «умеренно загрязненных осадков». Значения содержаний *меди* варьируют в пределах от 20 до 137 г/т. Большая часть отложений (90%) по норвежской классификации содержит медь в концентрациях выше уровня минимального загрязнения и относятся к «умеренно загрязненным» осадкам. Такой же уровень содержания меди отмечался и при предыдущих мониторинговых исследованиях. Максимальная концентрация меди выявлена в песчано-глинистых осадках в т.н 11/330 с большим содержанием грубообломочного материала. Сама станция находится в точке пересечения двух предполагаемых разломов и аномальная величина Cu может быть связан с выходом газифлюидов - токсичный канцерогенный сидерофильный тяжелый металл, входящий в металлогенический фон горных пород Кольского полуострова. В Кандалакшском заливе содержания никеля в донных осадках изменялись от 22 до 85 ppm. На большинстве станций они превышали допустимые концентрации по данному району в среднем в 2 раза. Концентрации Ni четко связаны с зонами тонкозернистых разностей донных отложений. По классификации Норвежского агентства по контролю за загрязнением окружающей среды ОДК для никеля составляет 30 ppm. Следует отметить, что высокие содержания никеля и цинка в донных отложениях часто совпадают с высокими содержаниями этих же элементов по данным гидрохимического анализа придонных вод. Это обстоятельство, а также пространственная связь аномальных зон с линейными элементами рельефа позволяет сделать вывод, что они могут быть связаны с инфильтрацией подземных вод по трещинам разломов.

Ртуть является редким, сильно токсичным (I-ый класс опасности), подвижным (летучим) тяжелым металлом. Это суперпатологичный элемент и, несмотря на низкое содержание, является важнейшим для экологии элементом. На большинстве станций ее концентрации оказались ниже предела определения. Только на 2-х станциях концентрации Hg оказались значимыми. Одна из этих станций располагается у рыбоперерабатывающего комплекса в Палкиной губе, а вторая – напротив пос. Лувеньга на северном берегу. Осадки здесь песчаные, все остальные ТМ имеют концентрации много ниже ОДК. Поэтому однозначного решения проблема повышенных концентраций на этой станции не получила.

Нефтепродукты - типичный загрязнитель донных отложений. На данной площади имеются два потенциально опасных участка. Первый из них - Кандалакшский рейд и прилегающая гавань. Второй – нефтетерминал в пос. Витино. На первом из них по данным предыдущих исследований было установлено загрязнение НП до 0.3 г/кг. По данным исследований в 2011 году содержание нефтепродуктов в донных осадках колебалось в пределах от 0.016 до 0.098 мг/г, что ниже регионального фона содержания нефтепродуктов в донных осадках (0.151мг/г). (Кандалакшский рейд в 2011 году не опробовался). Максимальные содержания были отмечены у выхода с Кандалакшского рейда на 2-х станциях, которые находятся в зоне влияния стокового течения.

Повышенные концентрации *полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)* по данным предыдущих исследований были установлены в донных отложениях Кандалакшского рейда. При этом мониторинг этой станции показал, что они характеризуются устойчивым загрязнением III класса по Классификации Норвежского океанографического бюро. На станциях, отобранных в 2011 году содержание суммы ПАУ колебалось от 100.76 до 2792.87 мкг/кг, в среднем составило 1275.73 мкг/кг, что уже соответствует уровню «незначительного загрязнения» как по норвежской, так и по российской классификациям. Наиболее высокие значения соединений ПАУ были установлены на 4-х станциях, располагающихся на выходе из Кандалакшского рейда и его границе. Здесь концентрация ПАУ достигла 2718.5 мкг/кг. В составе ПАУ на этой станции установлены высокие концентрации флуорантена – 571.71мкг/кг и бенза/б/флуоратрена-529.29 мкг/кг, что уже позволяет

отнести данный осадок к первому классу опасности. Таким образом, можно констатировать, что загрязнение ПАУ связано с Кандалакшским рейдом и распространяется на внешнюю часть залива с отливными течениями. Отдельные повышенные концентрации полиароматических углеводородов оказались связанными с осадками узких ложбин, трассирующих зоны современных геодинамических движений и, возможно, связаны с выходами газофлюидов.

В составе ПАУ на станциях, располагающихся вблизи Кандалакшского рейда, были также зафиксированы и повышенные концентрации бензо/а/пирена, достигающие 204.64 мкг/кг, что соответствует 4-ому классу опасности. В тоже время умеренно-загрязненные бензопиреном осадки были установлены и в южной части залива, в зоне влияния Витинского нефтяного терминала. Все это указывает на наличие антропогенного загрязнения в кутовой части Кандалакшского залива. На это же указывают и выявленные повышенные содержания хлорорганических пестицидов, максимальные концентрации которых также были установлены в 2009 году на Кандалакшском рейде.

Таким образом, результаты геохимического и гидрохимического мониторинга в кутовой части Кандалакшского залива показали, что по большинству измеряемых параметров, как донные отложения, так и придонные воды могут быть отнесены к чистым. По многим параметрам отмечаются локальные аномалии (1-2 сближенные станции). С одной стороны это связано с «мозаичным» распределением донных осадков, в частности алевропелитовых, являющихся концентраторами микроэлементов. С другой – с приуроченностью этих аномалий к линиям предполагаемых разломов и, соответственно, кратковременным (для придонных вод) или ограниченным распространением тяжелых металлов. Загрязнение нефтепродуктами полностью отсутствует (за исключением Кандалакшского рейда) что нельзя сказать о ПАУ. Это реальное и долгосрочное загрязнение, которое локализуется вблизи гор. Кандалакша и, в меньшей мере, в районе терминала Витино и близко к нему расположенного бывшего рыбопереработчика с большим количеством органики. Загрязнение характерно и для ХОС, хотя и в меньшей мере, но оно также четко локализовано у Кандалакшского рейда, что, достаточно однозначно говорит об их антропогенной природе.

По материалам проведенного мониторинга составлены геохимическая и гидрохимическая карты и долговременные тренды погодного изменения конкретных поллютантов, которые будут представлены в докладе.

В заключение авторы хотят поблагодарить сотрудников Беломорской Биологической станции МГУ, без содействия которых не смогли бы состояться работы в Кандалакшском заливе. Авторы всегда будут помнить заместителя директора Кандалакшского заповедника, без интереса и участия к научным проблемам Кандалакшского залива многие экспедиции, в том числе и многократные рейсы ОАО «Севморгео», никогда бы не состоялись.

Светлов А.В.¹, Красавцева Е.А.¹, Селезнев С.Г.², Макаров Д.В.¹, Маслобоев В.А.¹

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

²ООО Горнорудная компания «Монолит»

svetlov@inep.ksc.ru

ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

В настоящее время в переработку все в большей мере вовлекаются труднообогатимые сульфидные руды цветных металлов, а также нетрадиционное, в частности, техногенное сырье. Для действующих горных предприятий переработка сырья техногенных месторождений является наиболее эффективным способом укрепления минерально-сырьевой базы и повышения эффективности ее эксплуатации, снижения ресурсоемкости продукции и оздоровления окружающей среды (1).

Сульфидсодержащие отходы обогащения относятся к числу наиболее экологически опасных. Они оказывают неблагоприятное воздействие на природу вследствие отчуждения земель под хранение, нарушения гидрологического и гидрогеологического режима, являются источниками вторичного загрязнения воздушного бассейна и открытых водоемов пылью, содержат флотореагенты и

минералы, которые могут переходить в растворимые токсичные соединения. В процессе хранения отходов происходит окисление сульфидных минералов с образованием серной кислоты (Acid mine drainage) и сульфатов железа и цветных металлов. Гипергенные изменения техногенных продуктов протекают значительно быстрее, чем в естественной геологической среде (2).

Вследствие особенностей форм нахождения полезных минералов, их высокой степени дисперсности, изменений физических и физико-химических свойств поверхности такое сырье, как правило, не может эффективно и комплексно перерабатываться с помощью традиционных методов. Поэтому актуальной геологической и экономической проблемой является разработка новых наукоемких и экологически безопасных процессов, снижающих нагрузку на окружающую среду сульфидсодержащих отходов, а также обеспечивающих эффективное и комплексное извлечение ценных компонентов из руд и техногенного сырья (1).

В сотрудничестве с Институтом проблем комплексного освоения недр РАН (д.т.н. А.А. Лавриненко, к.т.н. Л.М. Саркисова, аспирант Н.Н. Глухова) проведены предварительные исследования флотационного доизвлечения цветных металлов из хвостов текущего производства комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК», распределение содержания цветных металлов по фракциям которых представлено в табл.1. Собирателем служил бутиловый ксантогенат калия, вспенивателем – МИБК (метилизобутилкарбинол). Для активации пирротина подавали медный купорос. Было применено две схемы:

1. Измельчение хвостов в шаровой мельнице до 90% класса -71 мкм с последующей флотацией;

2. Обесшламливание хвостов на гидроциклоне по классу 20 мкм, доизмельчение песков гидроциклона до 90% -71 мкм с последующей флотацией.

Для первой схемы, содержащей одну операцию флотации, расход реагентов был следующим: медный купорос – 30 г/т; бутиловый ксантогенат – 160 г/т; МИБК – 70 г/т.

Вторая схема включала три операции, для которых расход реагентов составил:

флотация 1: медный купорос – 30 г/т; бутиловый ксантогенат – 100 г/т, МИБК - 50 г/т;

1 контрольная флотация: бутиловый ксантогенат – 50 г/т, МИБК -20 г/т;

2 контрольная флотация: бутиловый ксантогенат – 50 г/т, МИБК -20 г/т.

Таблица 1

Распределение содержания цветных металлов по фракциям хвостов

Размер частиц, мкм	Содержание Ni, %	Содержание Co, %	Содержание Cu, %
-10+0	0.11	0.003	0.05
-20+10	0.13	0.004	0.04
-40+20	0.15	0.007	0.05
-71+40	0.18	0.007	0.06
-100+71	0.20	0.008	0.08
-200+100	0.21	0.009	0.08
+200	0.23	0.009	0.11
В среднем	0.19	0.007	0.07

Результаты флотации хвостов обогащения медно-никелевых руд представлены в табл. 2, 3. Для анализа причин недостаточного извлечения никеля и меди в концентрат, особенно по первой схеме, в Институте минералогии УрО РАН д.г.-м.н. Е.В. Белогуб с сотрудниками выполнено детальное исследование концентрата и хвостов флотации. Основу концентрата составляют обломки нерудных минералов с включениями сульфидов. Присутствуют магнетит, хромит, ильменит. Среди сульфидов преобладает пирротин, в подчиненном количестве присутствует пентландит. Отмечены халькопирит, ковеллин, единичные зерна пирита. Пирротин встречается преимущественно в виде мономинеральных включений в нерудных обломках, иногда образует сростки с магнетитом, халькопиритом, пентландитом, содержит пламенивидные вроски пентландита. Пентландит образует преимущественно сростки с пирротинном и вроски в нем, отмечен в сростках с магнетитом, редко с халькопиритом (рис. 1). Встречается в виде мономинеральных зерен-включений в нерудных обломках. Состав пентландита точно не определен ввиду тесных сростаний с пирротинном и малого размера зерен пентландита. Тем не менее, по энергодисперсионным спектрам диагностика минерала однозначно подтверждается. В составе пентландита присутствует постоянная примесь кобальта, в некоторых зернах отмечена примесь меди. Халькопирит встречается в небольших количествах и

образует в основном мономинеральные включения в нерудных обломках, реже сростки с пирротином, магнетитом, совсем редко с пентландитом. По халькопириту иногда развивается ковеллин. Пирит встречен в виде нескольких мономинеральных зерен в нерудных обломках, в виде одного сростка с магнетитом и одного сростка с пирротином и пентландитом. Имеются трудности оптического разделения мелких мономинеральных зерен пентландита и пирротина. Однако по данным СЭМ с ЭДА однозначно устанавливается абсолютное преобладание пентландита по сравнению с пиритом среди тонких включений в нерудных минералах и мелких свободных зерен.

Таблица 2

Результаты флотации хвостов по первой схеме

Продукт	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Ni	Cu	Ni	Cu
К-т	9.34	0.67	0.3	33.73	44.00
Хвосты	90.66	0.14	0.04	66.27	55.00

По сравнению с концентратом, в хвостах значительно меньше сульфидов. Основная масса хвостов представлена обломками нерудных минералов с мелкими включениями сульфидов и магнетитом. Отмечены хромит, единичные зерна ильменита, золота.

Таблица 3

Результаты флотации хвостов по второй схеме

Операция	Продукт	Выход, %		Содержание, %		Извлечение, %			
		от операции	от исх. пробы	Ni	Cu	От операции		От исх. пробы	
						Ni	Cu	Ni	Cu
Обесшламливание на гидроциклоне	Слив	22.24	22.24	0.16	0.05	19.32	18.52	19.32	18.52
	Пески	77.76	77.76	0.19	0.06	80.68	81.48	80.68	81.48
Флотация I	К-т 1	8.83	6.87	0.59	0.30	27.17	43.61	21.92	35.54
1 контрольная флотация	К-т 2	6.17	4.80	0.31	0.11	10.14	10.80	8.18	8.80
Σ К-тов		15.00	11.66	0.48	0.22	37.31	54.42	30.10	44.34
2 контрольная флотация	К-т 3	18.03	14.02	0.44	0.20	3.93	4.15	3.17	3.38
Σ К-тов		18.03	14.02	0.44	0.20	41.24	58.57	33.27	47.72
Хвосты		81.97	63.74	0.14	0.03	58.96	41.43	47.4	33.76
Исх.		100	77.76	0.18	0.06	100	100	80.67	81.48

Сульфиды представлены преимущественно мономинеральными зернами пирротина в нерудных обломках, сростками пирротина и пентландита, реже встречаются сростки пентландита и пирротина с магнетитом, пирротина и пентландита с халькопиритом. Встречается халькопирит, который чаще наблюдается в виде мономинеральных выделений в нерудных обломках, реже в сростаниях с пентландитом. По трещинам халькопирита иногда развивается ковеллин.

Нерудные минералы во всех образцах представлены пироксенами, амфиболами, хлоритом, серпентином, оливином.

Проведенный анализ показывает, что для более полного извлечения рудных минералов в концентрат необходимо совершенствование схем флотации, более тонкое измельчение и применение селективной флокуляции сульфидов. Вместе с тем, полученные концентраты пригодны для последующей гидрометаллургической переработки.

Вторым объектом исследований являлось техногенное месторождение (ТМ) «Отвалы Аллареченского месторождения», расположенное в Печенгском районе Мурманской области и представляющее собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного месторождения сульфидных медно-никелевых руд, разработка которого велась открытым способом и

была завершена в 1971 году. Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основными рудными минералами обоих типов являются: пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом (3).

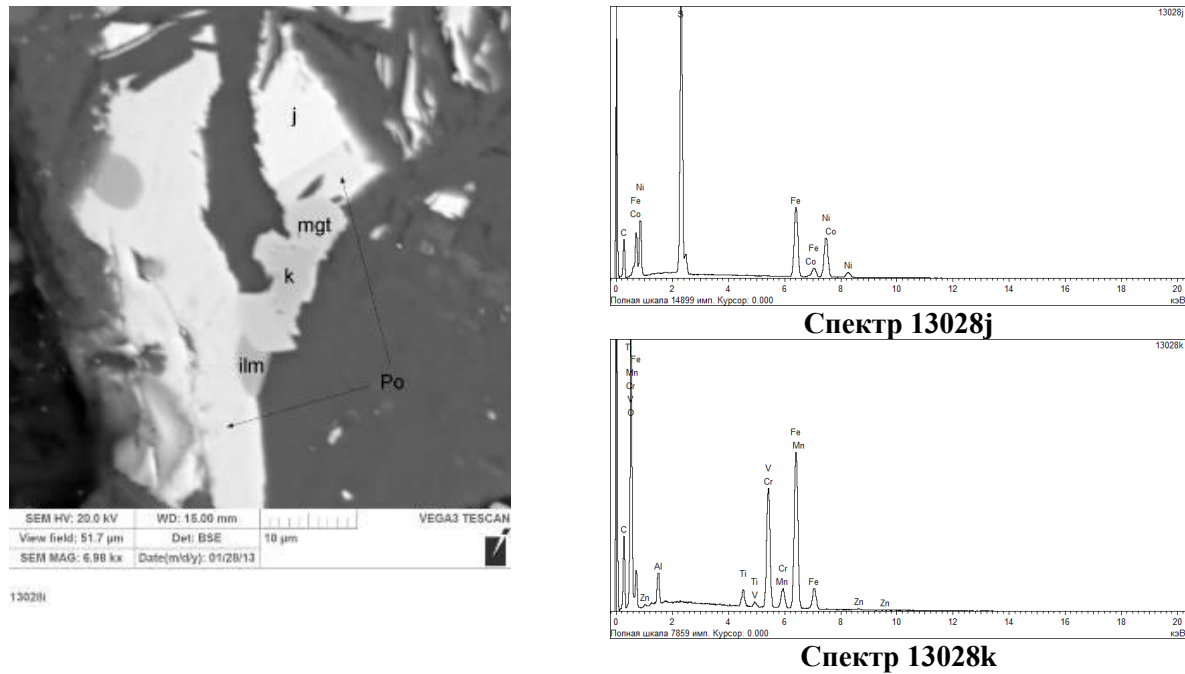


Рис. 1. Сросток пентландита (точка j) с пирротин. Пирротин в свою очередь сростается с магнетитом и ильменитом, внутри магнетита включение хромита (точка k). Справа – энергодисперсионные спектры пентландита (спектр 13028j) и хромита (спектр 13028k). СЭМ VEGA3 TESKAN, аналитик И.А. Блинов

Для изучения применимости магнитной сепарации для обогащения руд месторождения были проведены испытания двух полупромышленных проб фракции -60+10мм, показавшие эффективность ее применения (табл. 4).

Таблица 4

Результаты полупромышленных испытаний магнитной сепарации руд отвалов

№ пробы	Вес пробы, т	Продукт	Выход от операции, %	Содержание, %		Извлечение, %	
				Ni	Cu	Ni	Cu
1	789.8	Магнитный	14.81	3.55	2.00	88.40	75.97
		Немагнитный	85.19	0.081	0.11	11.60	24.03
		Исходный	100.00	0.59	0.39	100.00	100.00
2	786.3	Магнитный	3.78	1.18	0.74	49.52	33.68
		Немагнитный	96.22	0.047	0.057	50.48	66.32
		Исходный	100.00	0.090	0.083	100.00	100.00

Как видно из таблицы 4, магнитная сепарация даже при низких содержаниях никеля в исходном продукте (0.09%) позволяет получать крупнокусковой концентрат пригодный для пирометаллургической переработки. Потери, полученные при обогащении второй пробы, существенно не влияют на общий показатель извлечения, так как они связаны преимущественно с бедными и убогими рудами, в которых доля силикатного (не поддающегося пирометаллургическому обогащению) никеля составляет соответственно 11% и 25% от общего никеля.

По результатам проведенных исследований и сравнения вариантов экономических показателей разных способов обогащения, была предложена следующая технологическая схема первичной переработки породной массы ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» (рис. 2). На территории отвалов подготавливается 2 рабочих площадки: добычная и обогатительная. Первая из них находится на верхнем ярусе отвалов в непосредственной близости от забоя. Добыча осуществляется экскаватором, так как породы отвала находятся в разрыхленном состоянии и довольно легко разбираются как летом, так и в зимний период. Добытая руда грузится в приемный бункер - питатель самоходного комплекса первичного дробления типа Terex/Pegson Metrotrak 900×600, оснащенного щековой дробилкой. С лент разгрузочного конвейера комплекс рудный щебень с преобладающим гранулометрическим составом -60+0 мм непрерывно отгружается в один из двух поочередно меняющихся под загрузкой самосвалов. Продвигаясь вместе с экскаватором за забоем, комплекс обеспечит средневзвешенную производительность, включая технологические простои, маневрирование и плановое ТО, не менее 70 т/час. Организации промежуточных складов рудного щебня на добычной площадке не требуется. Отгруженный на добычной площадке щебень в полном объеме доставляется автосамосвалами на обогатительную площадку, где последовательно проходит комплекс технологических операций от грохочения (разделения на классы: -60+30мм; -30+5мм; -5+0мм) в замкнутом цикле с вторичным дроблением, до магнитной сепарации по выделенным классам крупности. Продукты обогащения с помощью автопогрузчика грузятся в самосвалы и доставляются: отходы в отвал, концентрат и мелкозернистый промпродукт на склад временного хранения.

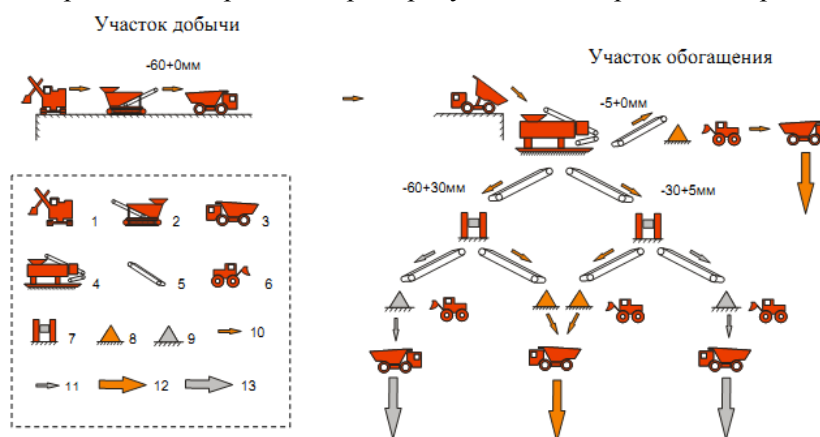


Рис. 2. Проектная схема цепи аппаратов переработки породной массы ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения»: 1 – экскаватор; 2 – самоходный агрегат первичного дробления (щековая дробилка); 3 – автосамосвал; 4 – агрегат вторичного дробления (грохот в замкнутом цикле с дробилкой); 5 – ленточный конвейер; 6 – автопогрузчик; 7 – магнитный сепаратор; 8 – концентрат, мелкозернистый промпродукт; 9 – отходы обогащения; 10 – потоки руды, концентрата, мелкозернистого промпродукта; 11 – потоки отходов; 12 – транспортировка на склад временного хранения; 13 – транспортировка в отвалы

Использованная в схеме обогащения магнитная сепарация имеет ряд преимуществ в сравнении с другими способами: отсутствие необходимости в оборотной воде, широкий температурный диапазон применения, энергоемкость, простота и надежность. Кроме того, в предложенной схеме используются исключительно самоходные и передвижные механизмы. В результате реализация проекта не требует элементов капитального строительства, что существенно повышает его инвестиционную привлекательность.

С учетом низкой эффективности магнитной сепарации не при обогащении классов -3 мм были проведены предварительные исследования, показавшие, что руды ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» являются благоприятными к биовыщелачиванию вследствие своих структурно-текстурных особенностей. Установлена последовательность выщелачивания сульфидов: пирротин → пентландит → халькопирит, пирит. Выщелачиванию пентландита способствуют его кристаллическое строение, трещиноватость и замещение вторичными минералами, усиливающими деструктуризацию минерала. Неблагоприятными факторами являются:

- высокая доля минералов, обладающих повышенной сорбционной способностью;
- состав породообразующих минералов, среди которых преобладают упорные к биовыщелачиванию минералы алюмосиликатного состава – амфиболы, хлорит, оливин;

- сростки пентландита с пирротином, электродный потенциал которого ниже, чем у пентландита, что приводит в первую очередь к выщелачиванию пирротина, выполняющего роль анода в гальванической паре пентландит-пирротин, что вызывает в начальной стадии выщелачивания ингибирование бактерий;

- незначительное количество сростков пентландита с халькопиритом, имеющего более высокий электродный потенциал и являющегося в гальванической паре пентландит-халькопирит катодом, ускоряющим разрушение пентландита.

Совершенно очевидно, что применение дорогостоящих агитационных методов вряд ли будет благоприятным по технико-экономическим показателям освоения объектов типа ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения». Наиболее перспективным и эффективным методом может оказаться кучное биологическое выщелачивание, себестоимость которого в 2-3 раза ниже чанового, при продолжительности процесса около года.

В настоящее время у финской компании «Talvivaara Mining Company Plc.» накоплен положительный опыт работы никелевого рудника на месторождении полиметаллических руд с одноименным названием (Talvivaara), также расположенного в субарктической зоне, с использованием технологии кучного бактериального выщелачивания металлов.

Работа выполнена в рамках Программы Президиума РАН № 27 и при поддержке РФФИ (проект № 14-05-98804p_север_а).

Литература

1. Чантурия В.А., Вигдергауз В.Е. Инновационные технологии переработки техногенного минерального сырья // Горный журнал, 2008. № 6. С. 71-74.
2. Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Экологические и технологические проблемы переработки техногенного сульфидсодержащего сырья. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. 218 с.
3. Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Экологические и технологические проблемы переработки техногенного сульфидсодержащего сырья. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. 218 с.
4. Селезнев С.Г., Степанов Н.А. Отвалы Аллареченского сульфидного медно-никелевого месторождения как новый геолого-промышленный тип техногенных месторождений // Известия ВУЗов. Горный журнал, 2011. № 5. С. 32-40.

Слуковская М.В.¹, Иванова Л.А.², Кременецкая И.П.³, Горбачева Т.Т.⁴

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск
krem.mv@gmail.com

²Полярно-альтйский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского НЦ РАН, г. Кировск

³Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И.В. Тананаева Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

⁴Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Введение

Интенсивное развитие металлургической промышленности, характерной особенностью которой является высокий уровень эмиссии в атмосферу кислотообразующих веществ, сопровождается общемировой тенденцией деградации наземных экосистем вблизи предприятий, причем наиболее сильно это воздействие проявляется в импактных зонах (Лукина, Никонов, 1998; Remon et al., 2005; Kozlov, Zvereva, 2007). Не является исключением и территория около г. Мончегорска (Мурманская область, РФ), где достаточно выражена техногенно-пирогенная дигрессия сосновых и еловых лесов вследствие производственной деятельности медно-никелевого комбината (Ганичева и др., 2004).

В суровых климатических условиях Субарктики естественные восстановительные сукцессии таких территорий особенно затруднены. Причиной низкой интенсивности самовосстановления являются также недостаток органических и питательных веществ почв, отсутствие банка семян и подземных вегетативных органов (Ганичева и др., 2004). Стандартные подходы к рекультивации земель, разработанные в целом для

России, на Севере зачастую оказываются нерезультативными (Арчегова, Лиханова, 2012; Капелькина, 2012; Андроханов, 2012). Традиционный метод восстановления растительного покрова путем нанесения плодородного слоя является малодоступным из-за дефицита почвенных ресурсов в регионе и их быстрой деградации в условиях действующего предприятия вследствие поступления экотоксикантов - соединений тяжелых металлов и сернистого газа.

Для реабилитации территории возле г. Мончегорска требуется разработка особой технологии, учитывающей вышеуказанную специфику (Андроханов и др., 2000; Капелькина, 2012). Одним из подходов является использование удобрений пролонгированного действия (Лукина и др., 2001).

В Мурманской области благодаря наличию высокоразвитого горнопромышленного комплекса в отвалах вскрышных пород и хвостохранилищах заскладированы минеральные отходы, содержащие карбонаты и силикаты Са и Mg. Их большие запасы, а также недостаточная изученность возможности применения при проведении фиторекультивационных работ, предопределили направление исследований.

Цель исследований – разработать способ рекультивации техногенных пустошей с использованием горнопромышленных отходов и выявить возможные пути снижения ее стоимости.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили 2 типа многотоннажных горнопромышленных отходов (минеральных субстратов), содержащих высокие концентрации карбонатов и силикатов кальция и магния: (1) материал, аналогичный по составу сунгулитовым отходам ОАО «Ковдорслюда» – серпентинитомagnesит (СМ) ЗАО «Литосфера», Оренбургская обл. и (2) карбонатитовые отходы (КО) ОАО «Ковдорский ГОК». Данные виды минеральных субстратов были использованы в качестве мелиорантов при проведении в 2010-2013 гг. экспериментальных работ на участках техногенного грунта в зоне воздействия ОАО «Кольская ГМК», площадка Мончегорск.

Данные субстраты использовались в качестве мелиорантов, из которых на техногенном грунте формировали подложки – 5-см слой площадью 1 м². Схема опыта включала 4 варианта (табл. 1).

Для создания растительного покрова применяли два ранее разработанных инновационных гидропонных экспресс-способа гидропонного, основанных на комплексном использовании вермикулитового субстрата и семян злаковых растений: (1) прямой посев семян в вермикулитовый субстрат, нанесенный на слой мелиоранта (Ivanova, 2011) и (2) настил на слой мелиоранта предварительно выращенной ковровой травяной дернины (Патент № 2393665).

Таблица 1

Схема опытов

Год закладки эксперимента	Тип грунта	Вариант (вид мелиоранта)	Способ создания растительного покрова	Кол-во делянок
2010	Минеральный	КО	Посев семян в грунт	3
		СМ		3
2011	Органогенный	КО	Настил ковровой дернины	4
			Посев семян в грунт	4
		СМ	Настил ковровой дернины	4
			Посев семян в грунт	5

Примечание: КО – карбонатитовые отходы, СМ – серпентинитомagnesит.

Экономическое обоснование данной технологии было выполнено на основании смет затрат на проведение фиторекультивационных работ. Сметы расходов подготовлены в программе А0, договорная цена определена с использованием нормативной базы 2001 г. и индивидуально разработанных коэффициентов и накладных расходов, плановых накоплений, лимитированных и прочих затрат.

Результаты и обсуждение. Наблюдения за ростом и развитием растений на протяжении всего эксперимента позволили говорить о жизнеспособности искусственных фитоценозов. Так, все виды растений на 3 год эксперимента находились в фазе созревания семян, было зафиксировано образование многочисленных надземных побегов из узлов, расположенных у основания главного побега растений, отмечено обильное появление боковых побегов. Все это свидетельствует о наличии благоприятных условий для развития фитоценоза в целом. Проективное покрытие созданного растительного покрова составляло 100 % в течение всего периода мониторинга. Фитомасса надземных органов к концу эксперимента составляла 700-1000 г/м² в варианте с применением СМ и около 900 г/м² – с КО.

На основании отсутствия статистически значимых различий по U-критерию Манна-Уитни между растительным покровом, сформированным способом прямого посева и путем настила ковровой дернины

($p \leq 0.05$) сделан вывод о том, что метод создания фитоценоза не оказывает влияния на качество растительного покрова.

Отмечено уменьшение актуальной кислотности грунта под мелиорантами на 1-2 единицы за три вегетационных сезона. Благоприятное воздействие подщелачивающих мелиорантов способствовало проникновению корней растений в техногенный грунт. В августе 2013 г. корневые системы растений были обнаружены на глубине до 3.5 см на участке с органогенным грунтом и до 4 см – на участке с минеральным грунтом.

Исходя из того, что укрупненные полевые испытания технологии фиторекультивации техногенно загрязненного грунта с применением горнопромышленных отходов показали положительные результаты, был выполнен расчет стоимости проведения соответствующих работ. Для удобства анализа структуры расходов сметы рассчитывались индивидуально для различных этапов реализации предлагаемой технологии:

№ 1 – подготовка территории с использованием КО, транспортировка автомобильным транспортом;

№ 2 – подготовка территории с использованием СМ, транспортировка железнодорожным транспортом;

№ 3 – выращивание фитоценоза методом прямого посева;

№ 4 – настил ковровой дернины, выращенной на производственной площадке.

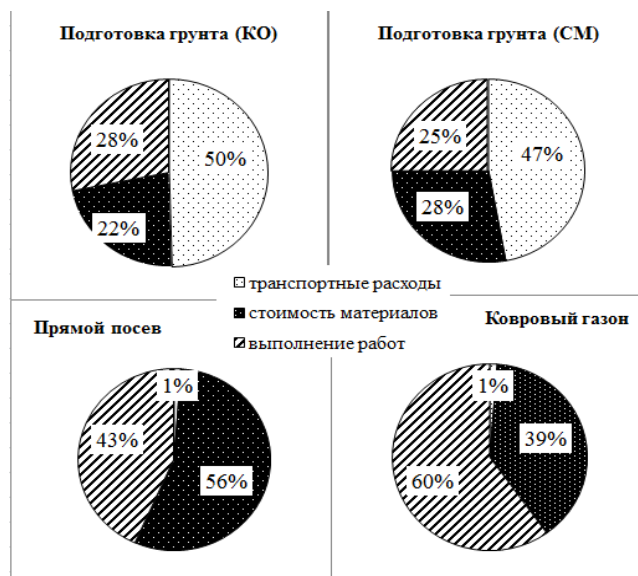
Сметы № 1 и 2 отличаются стоимостью внесения мелиоранта за счет использования разных средств механизации. Отпускная цена СМ составляет 590 руб/т, практически та же стоимость заложена для КО, которые в настоящее время предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» не реализует. В таблице 2 расходы сгруппированы в соответствии с категориями затрат.

Таблица 2

Стоимость выполнения этапов рекультивации техногенного грунта

№ сметы	Наименование	Затраты, тыс. руб.			
		транспортные расходы	стоимость материалов	выполнение работ	всего
1	Подготовка почвы (КО)	1210	545	687	2442
2	Подготовка почвы (СМ)	708	418	376	1502
3	Прямой посев	20	1030	803	1852
4	Настил ковровой дернины	32	1030	1584	2646

Расчеты показали, что стоимость подготовки почвы по смете № 1 существенно выше, чем по смете № 2 вследствие использования дорогостоящего автомобильного транспорта для перевозки мелиоранта. Поскольку в структуре затрат смет № 1 и 2 транспортные расходы составляют практически половину (рисунок), их снижение за счет доставки мелиоранта по железной дороге существенно уменьшит общие расходы.



Структура затрат на осуществление этапов рекультивации техногенного грунта

Способы создания растительного покрова также отличаются по стоимости, причем выращивание и последующее формирование искусственного фитоценоза с помощью ковровой дернины (смета № 4) является закономерно более дорогим способом по сравнению с прямым посевом (смета № 3) за счет более высоких трудовых затрат из-за необходимости выполнения дополнительных операций.

В настоящее время ориентировочная стоимость рекультивации одного гектара территории по традиционной технологии, включающей только планировку территории и посев травянистых растений, составляет величину порядка 1.0 млн руб. Стоимость проводимых Мончегорским лесхозом работ по озеленению территории пустоши с использованием привозного торфа и семян многолетних трав составляла 3.6 млн руб/га. Затраты на разработанную технологию, ориентированную на специфические условия Субарктики, согласно представленным расчетам составляют величину 3.5-5 млн руб/га.

Полученные результаты послужили основанием для рассмотрения различных путей оптимизации стоимости технологии, среди которых могут быть следующие варианты:

- доставка мелиорантов с помощью железнодорожного транспорта;
- использование способа прямого посева семян при создании растительного покрова;
- снижение нормы высева семян (до 2-х раз);
- применение специальной техники для снижения трудозатрат;
- мозаичное размещение растительного покрова – полосами, сегментами и т.п.

Разработанная технология может быть предложена для апробации в сообществах, являющихся конечной стадией техногенной дигрессии, с целью ускоренного восстановления растительного покрова, а также снижения процессов вертикальной и латеральной миграции поллютантов за счет закрепления их в растительном покрове, мелиоративном слое и грунте под ним на участках, подверженных аэротехногенным выбросам. Можно предположить, что созданные фитоценозы станут тем триггером, который «запустит» естественную восстановительную сукцессию на таких территориях.

Заключение

Таким образом, расчет стоимости затрат на проведение работ по фиторекультивации техногенных пустошей разработанным инновационным экспресс-способом, ориентированным на специфические условия Субарктики, в основе которого лежит использование минеральных субстратов (мелиорантов) из отходов горнопромышленного комплекса, вермикулита и травянистых злаковых растений, выявил сумму, сопоставимую с затратами на традиционный метод, предполагающий нанесение дефицитного в регионе и не обладающего нейтрализующими свойствами торфа.

Анализ результатов мониторинга растительного покрова и грунта под ним в течение 3-4 вегетационных сезонов показал, что предложенная технология позволила в короткие сроки улучшить свойства исходного техногенно загрязненного грунта и сформировать высококачественный растительный покров без использования дефицитных в регионе почвы и торфа; технология была запатентована (патент на изобретение № 2484613).

Фитоценоз, устойчиво функционирующий на минеральных отходах с высокой нейтрализующей способностью, будет удерживать минеральные частицы пылевых выбросов и служить своеобразным геохимическим барьером, препятствующим проникновению новых порций соединений ТМ в техногенный грунт, снижая тем самым интенсивность процессов их миграции в почвенные и водные объекты.

Нанесение минеральных субстратов из горнопромышленных отходов на поверхность грунта может применяться в качестве альтернативного способа озеленения территории в регионах с дефицитом традиционных почвенных и торфяных ресурсов, а также как недорогой и нетрудоемкий способ создания дренажа, повышения питательного статуса и щелочности почвы на территориях, имеющих соответствующие проблемы. Помимо этого, целевое использование данных отходов горнопромышленного комплекса в качестве минеральных субстратов для различных агротехнических приемов может способствовать их частичной утилизации.

Литература

1. Андроханов В.А. Проблемы рекультивации северных территорий // Успехи современного естествознания, 2012. № 11, Ч. 1. С. 28-31.
2. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 200 с.

3. *Арчегова И.Б., Лиханова И.А.* Проблема биологической рекультивации и ее решение на европейском северо-востоке на примере республики Коми // Известия Коми НЦ УрО РАН, 2012. Вып. 1(9). С. 29-34.
4. *Ганичева С.Н., Лукина Н.В., Костина В.А., Никонов В.В.* Техногенная дигрессия и восстановительная сукцессия в хвойных лесах Кольского полуострова // Лесоведение, 2004. № 3. С. 57-67.
5. *Иванова Л.А.* Эколого-биологическое обоснование использования ковдорского вермикулита в гидропонном растениеводстве в условиях Крайнего севера. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Петрозаводск, 2012. 40 с.
6. *Иванова Л.А., Слуковская М.В., Иноземцева Е.С.* Восстановление растительного покрова на техногенно-нарушенных территориях в условиях Кольского Севера на основе использования гидропонной экспресс-технологии // Инженерная экология, 2012. № 5 (107). С. 14-31. (б)
7. *Капелькина Л.П.* О естественном зарастании и рекультивации нарушенных земель Севера // Успехи современного естествознания. 2012. № 11, Ч. 1. С. 98-102.
8. *Лукина Н.В., Никонов В.В.* Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. 316 с.
9. *Лукина Н.В., Никонов В.В., Калацкая М.Н.* Коррекция питательного режима еловых лесов Севера в условиях аэрального загрязнения методом внесения удобрений // Лесоведение, 2001. № 6. С. 1-11.
10. *Ivanova L.A., Kotelnikov V.A.* (en) Method for biologically recultivating industrial wastelands. (fr) procédé de remise en culture biologique de terres appauvries sur le plan technogène. (ru) Способ биологической рекультивации техногенно-нарушенных земель // Pub. No.: WO/2011/084079. International Application No.:PCT/RU2010/000001. Publication Date: 14.07.2011. International Filing Date: 11.01.2010. IPC: A01B 79/02 (2006.01), A01G 1/00 (2006.01), A01G 31/00 (2006.01).
11. *Kozlov M.V., Zvereva E.L.* Industrial barrens: extreme habitats created by non-ferrous metallurgy // Rev. Environ. Sci. Biotechnol., 2007. № 6. P. 231-259.
12. *Remon E., Bouchardon J.-L., Cornier B., Guy B., Leclerc J.-C., Faure O.* Soil characteristics, heavy metal availability and vegetation recovery at a former metallurgical landfill: Implications in risk assessment and site restoration // Environmental Pollution, 2005. № 137. P. 316-323.

Сулименко Л.П., Кошкина Л.Б., Мингалева Т.А., Маслобоев В.А.

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
gonor@list.ru*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОХИМИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА МИГРАЦИЮ МОЛИБДЕНА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Тяжелые металлы, к которым причислен и молибден, считаются одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Хотя их участие в биологических процессах в определенных количествах необходимо для функционирования растений, животных и человека, даже при низких уровнях поступления они постепенно накапливаются в биогеоценозах и их концентрация может достигнуть опасных значений. В последнее время проблемам очистки сточных вод от молибдена уделяется все больше внимания, поскольку он введен в список контролируемых показателей для предприятий, и платежи при превышении ПДК высоки.

Для действующего горно-обогательного комплекса на территории Хибинского горного массива вопрос очистки сточных вод от молибдена особенно актуален, поскольку в природных водах, приуроченных к району разработки месторождения апатито-нефелиновых руд в районе Хибинского горного массива обнаружено присутствие молибдена в количествах значительно превышающих как предельно допустимые для рыбохозяйственных водоемов значения (0.001 мг/дм^3), так и фоновые значения ($3 \times 10^{-4} \text{ \%}$). Это отмечалось в ежегодных докладах о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области (Доклад о состоянии и об охране окружающей среды, 2010). В 2009 г. среднее содержание молибдена в оз.Б. Вудъявр и р.Б. Белая зарегистрировано на уровне ЭВЗ – экстремально высокого значения, составляющего более 10 ПДК. Цель настоящей работы состояла в выявлении определяющих факторов, приводящих к повышенным концентрациям молибдена в поверхностных водах бассейна реки Б.Белой для разработки очистки сточных вод.

Практически все рудные выходы, содержащие молибденит, являются сопутствующими апатито-нефелиновым рудам, и отмечены по всему горному массиву (Яковенчук, 1999). При промышленной добыче апатито-нефелиновых руд молибденит попадает в отвалы вскрышных пород, в отвальные хвосты после обогащения руд, выносится рудничными водами в подземные горизонты, в отстойники и поверхностную гидросеть.

Природные воды в бассейне р. Б. Белой формируются, в основном, за счет атмосферных осадков, которые участвуют не только в поверхностном стоке, но также питают грунтовые водные горизонты благодаря значительным коэффициентам фильтрации.

Значительно расчленённый рельеф: глубоко врезанная речная сеть, близкое от поверхности положение областей разгрузки и питания подземных вод, влажный климат с повышенным количеством атмосферных осадков, малым испарением и благоприятными условиями для конденсации влаги определяют гидрогеологические условия в пределах Хибинского массива. Для района характерно широкое развитие поровых грунтовых вод в четвертичных отложениях, трещинных грунтовых вод в зоне выветривания кристаллических пород и трещинно-жильных напорных вод на глубине, что определяет динамику формирования подземных и поверхностных вод (Голева, 1977).

Помимо вышеописанных природных факторов огромное влияние на состав природных вод оказывают техногенные факторы. Это, прежде всего, наличие на территории района горных работ, хранилищ отходов переработки минерального сырья, подземных рудников и карьеров, источников азротехногенной эмиссии загрязняющих веществ. В районе исследований р.Б. Белая является приемником промышленных стоков горно-добывающего и обогащательного комплекса.

Поверхностные воды района относятся к гидрокарбонатным слабощелочным низкоминерализованным (Моисеинко, 1990), что определяется развитием торфянисто-гундровых, болотных и подзолистых почв и низкой растворимостью горных пород.

Поступление промышленных вод и поверхностного стока способствует возрастанию минерализации и повышению концентрации токсичных элементов в сточных водах.

Молибден относится к металлам с переменной степенью окисления. Его биодоступность и токсичность зависят от формы нахождения в водной среде. Условия трансформации форм существования определяются наличием органического вещества, связывающего молибден в устойчивые комплексы, главным образом, с участием кислотной и нейтральной групп гуминовых кислот с восстановлением молибдена до Mo^{5+} . Осенью этот процесс активизируется, что обусловлено изменением компонентного состава органических соединений (Линник, 1986).

Формой существования молибдена, не входящего в комплексы, является молибдат-ион в форме MoO_4^{2-} .

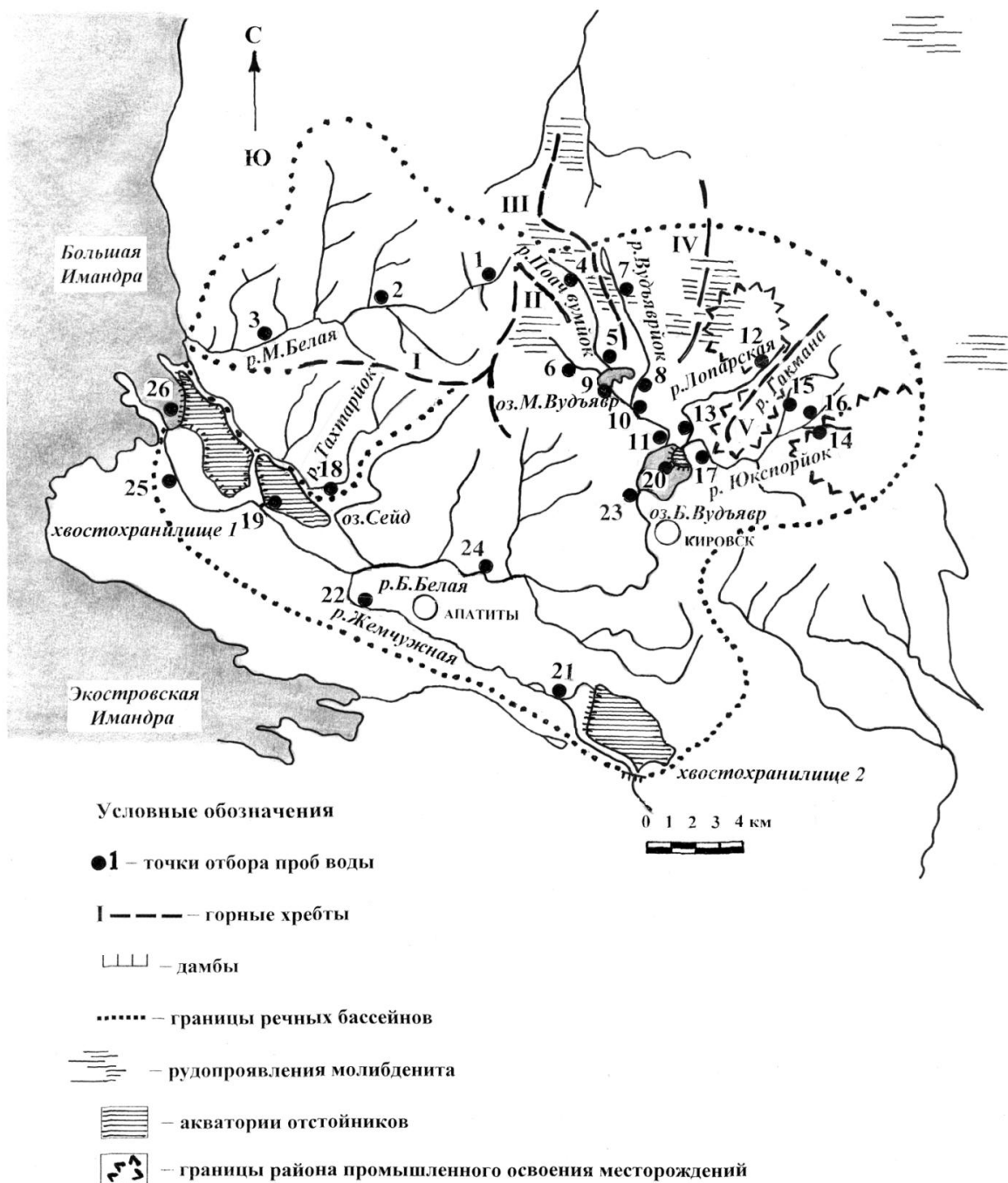
В результате физико-химического выветривания, основной формой которого является гидролиз с замещением в кристаллической решетке алюмосиликатов ионов щелочных и щелочно-земельных металлов водородными ионами (Посохов, 1969) образуются растворимые продукты, которые создают водные ореолы рассеивания неустойчивых элементов, выносимых из зоны окисления и выщелачивания грунтовыми водами.

Основная часть молибденита обычно сохраняется в зоне выветривания, благодаря плотной кварцевой среде. В ее отсутствие минерал разрушается механически и химически. При окислении молибденита образуются легко растворимые соединения типа MoO_2SO_4 и H_2MoO_4 , которые в зависимости от состава грунтовых вод дают типоморфные минералы зоны окисления – ферримолибдат ($\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) или повелит (CaMoO_4). На месте выщелоченных кристаллов молибденита остаются характерные пустоты. Это определяет миграцию молибдена в природных водах с образованием устойчивых ореолов рассеяния вокруг молибденовых месторождений (Красников, 1965).

Качество вод р.Б. Белая перед поступлением в оз.Имандра формируется в результате сложного взаимодействия потоков всех рек и озер района. Поэтому при проведении мониторинга по молибдену в поверхностных водах района исследований была разработана система отбора проб в соответствии с условиями формирования стоков до впадения в оз.Имандра (рис. 1). Отбор проб был проведен как в зоне действия горно-обогатительного комплекса, так и на территориях, не подвергнутых техногенному преобразованию. Первый отбор был проведен на спаде волны половодья, когда на водосборе и в грунтовых горизонтах находится максимальное количество воды. Длительное время грунты находятся в состоянии насыщения низко минерализованными талыми водами с кислой реакцией (рН талой воды около 5), содержащими растворённый кислород. Постоянное поступление новых слоёв талой воды обеспечивает активный промывной режим грунтов. Последующие отборы позволяют проследить период установившегося состояния водных потоков в течение лета. Мониторинг проводился в течение 3-х месяцев.

Концентрации молибдена в руч. Тахтарйок можно считать фоновыми значениями для водотоков района. В него не поступают производственные и хозяйственно-бытовые стоки и повышенные содержания молибдена в его водах (т. 18) определяются влиянием процесса аэротехногенного загрязнения.

В р.М. Белая, не попадают производственные стоки горно-обогатительного комплекса, поэтому данные по качеству её вод (т. 1-3) могут служить сравнительной характеристикой для водотоков в зоне влияния горно-технических работ; повышенные концентрации молибдена в ней, особенно в период половодья, связаны именно с рудопроявлениями молибденита в её верховьях.



Карта-схема расположения точек отбора проб воды в бассейне р. Белая

Реки Поачвумйок и Вудъяврйок определяют качество вод оз.М. Вудъявр. Очевидно, что достаточно высокие концентрации молибдена (0.016-0.012 мг/л) в их верховьях (т. 4 и 7) связаны с поступлением водорастворимой формы молибдена с водами подземных горизонтов с pH 8-10 из продуктов растворения нефелиновых сиенитов, являющихся по химическому составу

ультраосновными породами. Концентрации молибдена в р.Поачвумйок значительно снижаются в устье (т. 5), тогда как в р. Вудъяврйок они растут, поскольку по течению реки вовлекаются растворимые формы молибдена из молибденосодержащих пород г.Юкспорр. Уровень концентраций молибдена в руч. Молибденовом (т. 6) коррелирует с концентрациями в р.М. Белая (т. 1), что подтверждает источник поступления в них молибдена (т. 1) из рудопроявлений молибденита. Превышение ПДК по молибдену в оз.М. Вудъявр наблюдается достаточно долго, и только к концу августа концентрация достигает уровня ПДК (т. 9).

Результаты мониторинга приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты мониторинга по молибдену в районе озерно-речной системы р.Б. Белая

№ п/п	№ пробы	Наименование точки отбора проб	Дата отбора		
			27.05.11 г	10.07.11 г	20.08.11 г
1		Р. М. Белая			
	1	верховье	0.011	0.004	0.004
	2	средняя часть	0.003	0.0025	0.0025
	3	устье	0.0038	0.0013	0.0013
2		Р. Поачвумйок			
	4	верховье	0.016	0.006	0.006
	5	устье (до впадения в оз. М. Вудъявр)	0.012	<0.001	<0.001
3	6	руч. Молибденовый (до впадения в оз. М. Вудъявр)	0.011	0.009	0.008
4		Р. Вудъяврйок			
	7	верховье	0.012	0.002	0.002
	8	устье (впадение в р. Б.Белая)	0.036	0.030	0.010
5		Р. Б. Белая			
	9	исток из оз. М. Вудъявр ср. часть	0.0027	0.0019	0.001
	10	(после впадения р. Вудъяврйок)	0.012	<0.001	<0.001
	11	впадение в оз. Б. Вудъявр	0.030	0.001	0.001
6		Р. Лопарская			
	12	верховье (отстойник рудничных вод)	0.036	0.027	0.026
	13	устье	0.042	0.030	0.038
7	14	Руч. Отвальный	0.022	0.019	0.019
8	15	Руч. Гакмана	0.016	0.015	0.015
9		Р. Юкспорйок			
	16	верховье	0.015	0.012	0.012
	17	перед впадением в р. Лопарская	0.026	0.021	0.020
10	18	Р. Тахтарйок (перед впадением в отводной канал)	<0.001	<0.001	<0.001
11	19	Сброс из отстойника хв-ща 1 (в канал р. Б. Белая)	0.07	0.042	0.037
12	20	Оз. Б. Вудъявр	0.031	0.013	0.016
13		Р. Жемчужная			
	21	на выходе из отстойника хв-ща 2	0.011	0.008	0.008
	22	перед впадением в р. Б. Белая	0.013	0.009	0.0011
14		Р. Б. Белая			
	23	исток из оз. Б. Вудъявр	0.024	0.009	0.009
	24	ср. часть	0.012	0.007	0.008
	25	Перед впадением в оз. Имандра	0.014	0.008	0.009
	26	Акватория оз. Имандра (губа Белая)	0.06	0.046	0.012

Р. Б. Белая на выходе из оз.М. Вудъявр имеет превышение ПДК по молибдену в 2-3 раза (т. 9), но уже при впадении в оз.Б. Вудъявр концентрации молибдена возрастают на порядок (т. 11). Такая же тенденция сохраняется для р.Лопарская и р.Юкспорйок. Одной из причин является

аэротехногенное загрязнение воздушных масс, когда в период таяния снежного покрова накопившиеся пылеуносы с карьеров, отвалов, хвостохранилищ поступают в водную среду. Состав и количество загрязнений в пылеуносах имеет локальный характер и определяется ведением горно-технических работ в районе исследований.

На р.Лопарской наблюдаются самые высокие концентрации молибдена, превышающие ПДК в 30-40 раз, что подтверждает преобладающее значение процессов выщелачивания молибдена из отвалов вскрышных и вмещающих пород в районе промышленного освоения месторождений апатито-нефелиновых руд (т. 14). В период половодья в оборот вовлекаются запасы подземных водоносных горизонтов водосбора, которые в естественных условиях служили накопительной ёмкостью и расходовались в замедленном режиме, при этом именно для вод Северного полушария локальное или региональное загрязнение подземных вод начинается с превышения содержания в них микроэлементов при практически неизменном макрокомпонентном составе вод (Тютюнова, 1977).

Контакт свежеразрушенных пород с водами подземных горизонтов, для которых характерны повышенные значения pH (от 8 до 10), сопровождается интенсивным переходом молибдена в растворимую форму. В ручье Гакмана, попадающего в зону промышленного месторождения, (т. 15) также наблюдаются повышенные содержания молибдена. При поступлении стоков в оз.Б. Вудъявр происходит частичное разбавление, но, тем не менее сохраняется значительное превышение ПДК (т. 20, 23). В летние месяцы концентрация молибдена в озере снижается в 2 раза.

Воды р. Жемчужная на выходе из отстойника хвостохранилища (т. 21) более чем на порядок превышают ПДК по молибдену. Водосбор р.Жемчужной не связан с рудопроявлениями молибденита, но концентрации сохраняют высокий уровень загрязнения в течение лета по всему течению реки, что объясняется высокой зарегулированностью водотока.

Таким образом, поступление Мо с грунтовыми водами из района рудопроявлений и месторождений Мо в пределах водосборного бассейна не оказывает существенного влияния на загрязнение водных объектов и на выпуске соответствует естественному фону подстилающих пород. Наибольшее загрязнение молибденом испытывает оз. Б. Вудъявр. из-за поступления в него вод рек Лопарская и Юкспорйок, самыми загрязненными составляющими стока которых являются рудничные воды. Определяющим фактором загрязнения является складирование отвальных пород и дисперсных хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд, сопровождающееся процессами выветривания и техногенного аэропереноса. Во время сезонных периодов активации процессов выщелачивания Мо (на спаде волны весеннего половодья) концентрации Мо увеличиваются в десятки раз во всех наблюдаемых водных объектах. Снижение концентраций молибдена на результирующем выпуске горно-обоганительного комплекса возможно применением локальных сооружений на стоках самых загрязненных рек с использованием селективных сорбентов, ориентированных на поглощение молибдена. Разработка природоохранных мероприятий по достижению ПДК требуют специальной разработки.

Литература

1. *Голева Г.А.* Гидрогеохимия рудных элементов. М.: Недра, 1977. 216 с.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2009 г. Мурманск, Мурманское изд-во, 2010. 151 с.
3. *Красников В.И.* Основы рациональной методики поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1965. С. 137.
4. *Линник П.Н., Набиванец Б.И.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. С. 4-26.
5. *Моисеенко Т.И., Яковлев В.А.* Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского Севера. Л.: Наука, 1990. 221 с.
6. *Посохов В.Е.* Формирование химического состава подземных вод, Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1969. С. 67.
7. *Тютюнова Ф.И.* Гидрогеохимия техногенеза, М.: Наука, 1977. 127 с.
8. *Яковенчук В.Н.* Минералы Хибинского массива. М.: Недра, 1999. С. 29.

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БЕЛОЕ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Настоящая работа посвящена изучению поведения реакционноспособного железа в пресноводных водоемах. Исследования выполнены на примере оз. Белое. Оно расположено в зоне средней тайги с избыточным увлажнением и высокой долей заболоченности территории, что приводит к несколько повышенному фоновому содержанию соединений железа в нем. Основными источниками поступления железа в данный водоем являются железосодержащие минералы, поверхностные и грунтовые воды. В зависимости от окислительно-восстановительного потенциала природных вод оно проявляет характерные для него степени окисления +2 и +3. Одна из главных особенностей данного элемента состоит в сравнительной легкости перехода его из восстановленного состояния в окисленное и наоборот, разнонаправленного перехода из твердой в жидкую фазу в системе вода-донные отложения. Но вследствие неоднородности по природе и форме поступающих соединений железа, не все оно вовлекается в обменные процессы. В геохимических процессах на границе вода-донные отложения, имеющих физико-химическую и микробиологическую природу, принимает участие не вся масса элементов, находящихся в осадке, а только их растворимая часть, присутствующая в составе иловых вод, или реакционноспособная (легкоподвижная) часть общей массы элементов твердой фазы, способная в определенных физико-химических условиях диагенеза либо к полному растворению, либо к переходу в более растворимые формы. Следовательно, для любого элемента в осадках допускается существование двух его форм – реакционноспособной и обломочной. Определение содержания реакционноспособного железа и перераспределения форм в его составе необходимо для отражения геохимических преобразований, протекающих в водоеме, это значимо из-за того, что железо выступает в роли индикатора, четко реагирующего на изменения Red/OX условий в водоеме, по соотношению форм (их перераспределению) можно судить о преобладающих по направленности протекания процессах.

Для изучения геохимического поведения железа в озере Белое в марте и июле (зимняя и летняя межень) были отобраны пробы воды по горизонтам водной толщи и послойно донные отложения, в которых жидкая и твердая фазы были разделены центрифугированием. Определение форм железа в жидких матрицах проводилось фотометрически с феррозином незамедлительно после отбора. Реакционноспособное железо из донных отложений извлекалось 3.5 N серной кислотой с последующим дихроматометрическим определением Fe(II) и йодометрическим Fe(III) (Соколов, 1980).

Среднее содержание растворенного железа в воде озера Белое с зимний период в среднем составляет 1750 мкг/л. Причем преобладающей формой является Fe(II). Это объясняется тем, что в водной толще в подледный период создаются анаэробные условия, сопровождающиеся протеканием восстановительных процессов. Распределено железо (в частности его восстановленная форма) по водной толще неравномерно. На всех горизонтах его концентрация около 1000 мкг/л. Исключением является придонный горизонт, где количество железа возрастает в несколько раз, достигая значений 3600 мкг/л (рисунок). В подледных условиях оз. Белое характеризуется наличием H_2S по всей водной толще в количестве 300 мкг/л. Тенденции изменения концентраций восстановленной формы железа и сероводорода, последний при значениях pH, характерных для воды озера Белое, присутствует в основном в ионизированном состоянии, следовательно, может связываться с железом, не имеют согласованного характера. Предположительно, это связано, во-первых, с превышением содержания железа над количествами сульфидных форм в пять и более раз, во-вторых, с наличием других связующих ионов, которыми могут являться фосфаты, изменение содержания которых имеет противоположную тенденцию относительно железа (II).

Летом количество железа заметно сокращается, в среднем его более, чем в 10 раз меньше по сравнению с зимней меженью, и составляет оно 150 мкг/л. Причем железо распространено практически равномерно по всему водному столбу, что связано с контактом воды с кислородом воздуха в результате ветрового перемешивания при небольшой глубине озера (менее 3 м) и окислением накопленного в зимний период железа, в результате чего соединения окисленной формы оседают к придонному горизонту.

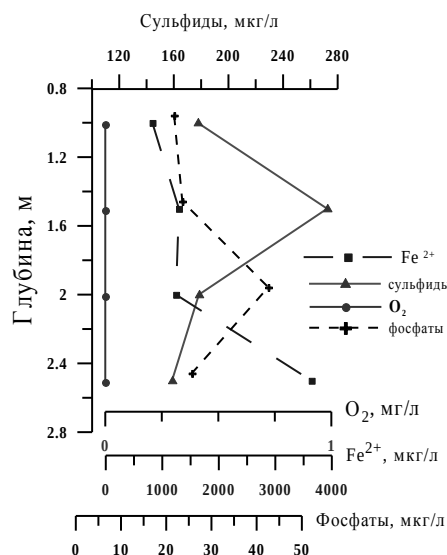


Рис. 1. Распределение Fe^{2+} , O_2 , сульфидов и фосфатов в водной толще озера Белое в период зимней межени (март)

В донных отложениях содержание окисленной формы железа составляло 3.05% (здесь и далее в расчете на сухой осадок). В летний период $Fe(III)$ выступало в роли доминирующей формы, ее количество по сравнению с зимой увеличилось почти в 2 раза. Это, прежде всего, объясняется окислением железа, диффундировавшего из донных отложений, в водной толще в результате окисления при контакте с кислородсодержащими слоями. Общее количество восстановленной формы железа в поверхностном горизонте в марте составляло 5.28%, в составе которой 92% приходилось на долю сульфидов железа, главным образом, в составе пирита, летом содержание восстановленной формы так же несколько повысилось – до 5.53%; в иловой воде концентрации общего растворенного железа не превышали 100 мкг/л. Практически полное отсутствие железа в жидкой фазе осадков отмечено в оба сезона по всей толще отобранных отложений. В строго анаэробных условиях, которые присущи отложениям озера Белое, динамика распределения восстановленной формы обусловлена в первую очередь активностью процесса сульфатредукции. При некотором затухании данного процесса в толще донных осадков, происходит диффузия $Fe(II)$ в иловой воде в толще отложений, о чем косвенно свидетельствуют изменения в содержании данной формы железа по горизонтам осадков, остается предполагать, что со значительной скоростью происходит либо связывание $Fe(II)$, либо его диффузия о чем свидетельствуют большие количества растворенного восстановленного железа в водной толще в марте месяце.

Таким образом, изменение содержания растворенного железа в воде озера Белое определяется, прежде всего, абиотическими факторами такими, как наличие или отсутствие кислорода и взаимодействием с другими ионами. Доминирование $Fe(II)$ железа в донных отложениях указывает на протекание в них восстановительных процессов, одним из основных среди которых для осадков данного водоема является сульфатредукция. Геохимическое поведение железа в целом связано с протеканием этого процесса – образующийся в ходе восстановления сульфатов сероводород взаимодействует с железом, приводя к появлению сульфидных соединений, основная доля среди которых принадлежит пириту. Недостаток железа в растворенном состоянии может приводить к нехватке связывающих ионов и появлению сероводорода в свободном состоянии, что может повлечь за собой возникновение заморных явлений в водоеме.

Работа выполнена при поддержке гранта «Молодые ученые УрО РАН-2014» № 14-5-НП-26, Проекта УрО РАН № 12-У-5-1014.

Литература

1. Соколов В.С. Определение реакционноспособных форм железа и марганца в морских осадках / Химический анализ морских осадков / Под ред. Э.А. Остроумова. М.: Наука, 1980. С. 28-41.

Толстиков А.В.¹, Чернов И.А.²

¹Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
alexeytolstikov@mail.ru

²Институт прикладных математических исследований Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
iachernov@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА БЕЛОГО МОРЯ

В настоящее время существует лишь несколько трехмерных численных моделей, которые позволяют полностью описать термогидродинамическое состояние Белого моря в климатических масштабах времени, включая ледовые условия. Во-первых, это модель И.А. Неелова, которая позднее была объединена с моделью экосистемы моря О.П. Савчука (Neelov, Savchuk, 2003). С помощью этой модели в 2010 году был, например, рассчитан водообмен между Белым и Баренцевым морем (Толстиков, Неелов, 2010). Во-вторых, это модель проф. Н.Г. Яковлева (Яковлев, 2009), созданная в Институте вычислительной математики РАН для Северного Ледовитого океана и затем модифицированная для Белого моря (Чернов, 2011).

Моделирование ледяного покрова Белого моря – нетривиальная задача, поскольку связана с целым рядом трудностей. Белое море является относительно небольшим полузамкнутым водоемом со сложной конфигурацией береговой линии, небольшими глубинами, мощными приливо-отливными течениями. Физико-географическое положение водоема определяет количество осадков для территории водосбора (рис. 1), облачность, годовой ход температуры воздуха, скорости и направления господствующих ветров. Реки оказывают существенное влияние на распределение Белого моря и вынос льда. При моделировании ледового режима Белого моря необходимо учитывать эти факторы.



Рис. 1. Физико-географическое положение Белого моря с границами водосбора

Трехмерная численная модель общей циркуляции вод Северного Ледовитого океана (Яковлев, 2009) для условий Белого моря была модифицирована в 2011 году (Чернов, 2011). Описание 3D модели термогидродинамики Белого моря содержится в (Чернов, 2011, 2013). Лед описан как сплошная двумерная среда; учитывается мощность ледяного покрова, снег на поверхности и торошение (Яковлев, 2009). Работа выполняется в ИПМИ КарНЦ РАН на вычислительном кластере (<http://cluster.krc.karelia.ru>). Были проведены расчеты состояния ледяного покрова Белого моря по градам мощности и сплоченности, дрейфу льда. В качестве атмосферного блока использовались данные реанализа NCEP (<http://www.esrl.noaa.gov>) за период 1948-2013 гг.

Цель работы: используя 3D модель термогидродинамики Белого моря качественно и количественно воспроизвести ледовый режим Белого моря.

Задачи:

- 1) Построить среднемесячные карты распределения льда исходя из его мощности.
- 2) Сравнить модельные данные со спутниковыми снимками и закономерностями, описанными в литературных источниках.
- 3) Оценить адекватность воспроизведения ледовых условий моделью.

Рассмотрим особенности ледового режима Белого моря. В Белом море одновременно наблюдаются льды различного возраста в течение всего ледового сезона (с декабря по май) на большей части его акватории. Почти везде, за исключением отдельных закрытых губ, образуются наслоенные и восторощенные льды, толщина которых зависит от мощности намерзания и прироста за счет наслоений. Торосистость льдов может достигать 4-5 баллов (Белое море, 1991). Сплошного ледяного покрова не наблюдается, его образованию препятствуют сильные приливо-отливные течения и колебания уровня моря.

Осенью акватория Белого моря выхолаживается, в это время температура поверхностного слоя в различных районах моря отливается друг от друга незначительно и близка к температуре замерзания пресной воды. Как только температура воды в реках опускается до 0°C, на прибрежных участках появляются забереги и сало. Ранний лед образуется здесь в октябре (Белое море, 1991). К концу ноября большинство рек, впадающих в Белое море, в устьях покрыто льдом. Стремнины, пороги, перекаты создают благоприятные условия для шугообразования на реках, а в губах формируется припайный лед. Мощность припая в среднем составляет 40-70 см (Белое море, 1991), но иногда может достигать полутора метров в суровые зимы. Наибольший по площади припайный лед формируется в Кандалакшском заливе (до 5 км от берега) (Европейский Север России, 1999). У Канинского, Конушинского, Терского берега, а также в Воронке, Горле и Бассейне, вдоль Зимнего берега Горла припайные льды имеют минимальную протяженность и занимают наименьшую площадь, что связано с динамикой мощных течений. Вскрытие рек начинается, когда средняя суточная температура воздуха переходит через 0°C. Ледоход в самых южных районах водосборного бассейна наблюдается в первых числах марта, а к маю уже практически на всех реках водосбора Белого моря (Белое море, 1991). Белое море освобождается ото льда в мае, однако отдельные плавучие льды могут существовать вплоть до июня.

Нами рассчитаны среднемесячные характеристики состояния ледяного покрова Белого моря за период 1948-2013 гг., построены соответствующие карты. Модельные данные сравнивались со спутниковыми снимками, хранящимися в базе ИВПС КарНЦ РАН «Белое море и его водосбор» (Толстиков, Филатов, Здоровеннов, 2010) и данными из литературных источников (Белое море, 1991; Белое море..., 2007; Европейский Север России, 1999).

Карты мощности льда строились с учетом снежного покрова, сплоченности, скорости дрейфа льда. Моделируется образование льда в устьях рек, его распространение от заливов к центру моря, воспроизводится дрейф льда в течение всего ледового сезона и его скопление в Воронке в конце весны. В целом, эти параметры соответствуют реальной картине распределения льда в Белом море (Белое море, 1991; Белое море..., 2007).

На рис. 2 представлены карты распределения ледяного покрова за ледовый сезон (декабрь-май). Для демонстрации использованы данные за произвольно выбранный 1964 г.

На рис. 2 видно, что в январе лед уже сформировался в северной части моря, в Онежском и Двинском заливах, Горле. Его мощность до 100 см в вершинах заливов и 3 см на границе с открытой водой. В Горле около 20-30 см, но мощность льда возрастает в северо-восточном направлении. Припай развит до 50 см. В Мезенском заливе и Воронке показания мощности 100 см, в устье р.Мезень 75 см.

Для февраля характерно наличие ледяных полей по всей части акватории, развит припай. В Бассейне мощность льда 12-15 см, торошение в Мезенском заливе и Воронке усиливается, здесь отмечается количественное завышение (до 200 см). В Горле лед в среднем 100 см.

В марте отмечаются значительные пространства открытой воды вдоль Карельского и Кандалакшского берега. В апреле мощность льда по акватории 20-30, в Горле 75, а Воронке 50 см. В мае Двинский и Онежский заливы освобождены ото льда, картина напоминает обратную, если сравнивать с распределением льда в январе.

Декабрь 1964 г. уже относится к ледовому сезону следующего года. Процесс ледообразования активно происходит в Онежском и Мезенском заливе, вдоль Зимнего берега.

Для демонстрации возможностей модели выбран произвольный 1964 год, однако в процессе работы анализировались различные годы за период (1948-2013 гг.). Полученные результаты хорошо согласуются с закономерностями, описанными в литературе (Белое море, 1991; Белое море..., 2007; Европейский Север России, 1999) и выявленными при анализе спутниковых снимков, в частности за 2009 год. В настоящее время ведется работа по уменьшению шага модели (для перехода от сетки в 10 км к сетке 2 км) и распараллеливанию численного алгоритма на 80-ядерном вычислительном кластере ИПМИ КарНЦ РАН (<http://cluster.krc.karelia.ru>), что позволит значительно ускорить время вычислений.

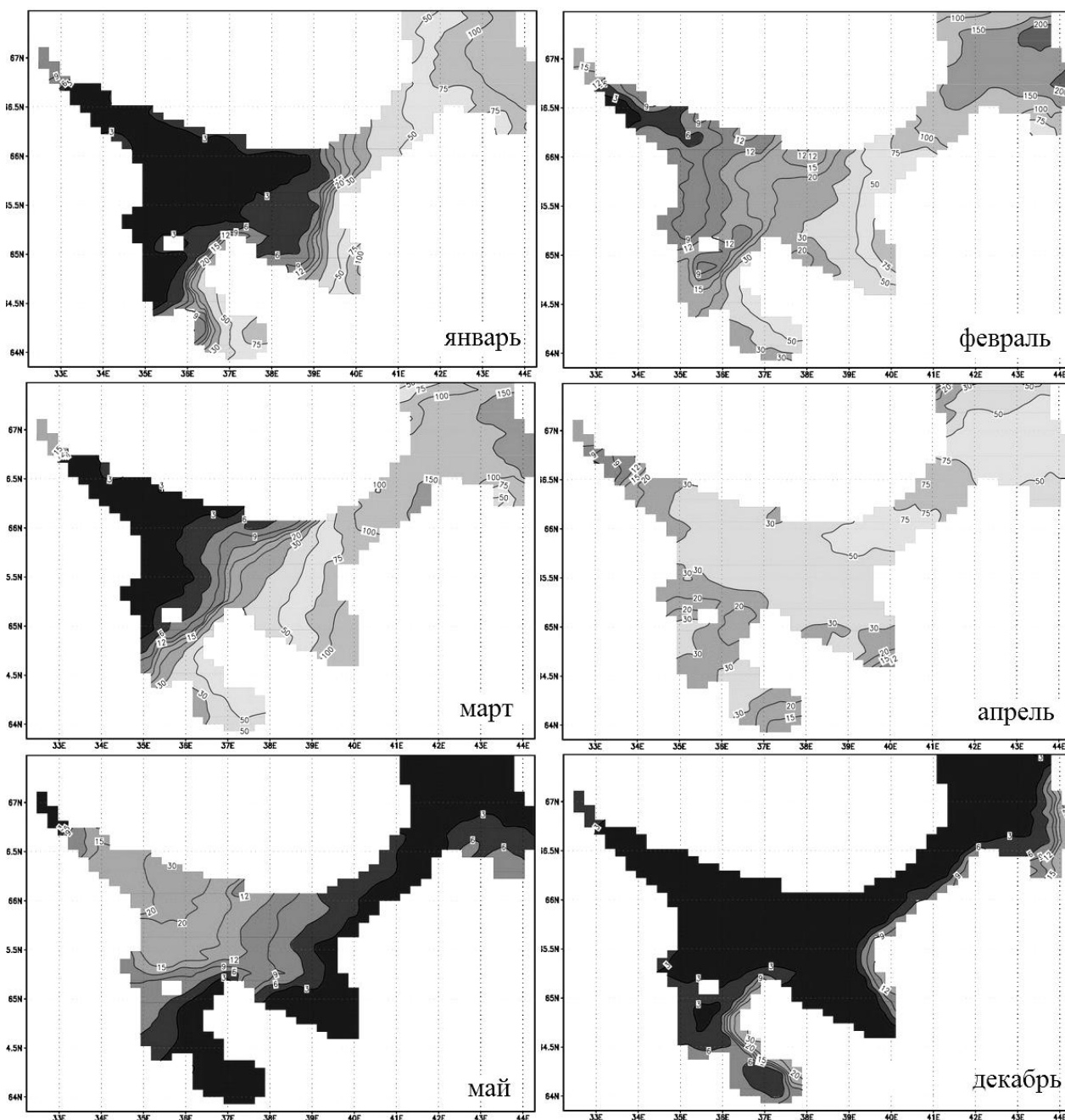


Рис. 2. Характеристики ледяного покрова Белого моря в течение ледового сезона по модельным данным, 1964 г. (цифры показывают мощность льда в см, черный цвет – открытая вода)

Таким образом, на 3D модели термогидродинамики Белого моря качественно воспроизводится картина распределения ледяного покрова в течение заданного года. В указанном примере выполнено среднеемесячное осреднение, но возможно выводить мгновенные данные по запросу или менять период осреднения, например, для среднесуточных значений. Качественная картина распределения льда в целом соответствует действительности. Полученные модельные данные согласуются с закономерностями, показанными в работах (Белое море, 1991; Белое море..., 2007; Европейский Север России, 1999). Количественные показатели подлежат более точной настройке, поскольку в настоящее время наблюдается завышение мощности льда в отдельных районах Белого моря.

Работа выполняется при поддержке РФФИ, грант № 13-05-98802 «Разработка прототипа системы краткосрочного прогноза состояния воды и морского льда Белого моря».

Литература

1. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н.Н. Филатова, А.Ю. Тержевика. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 335 с.

2. Белое море. Справочник "Проект "Моря СССР". Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Вып.1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1991, 240 с.
3. Европейский Север России: прошлое, настоящее, будущее // Материалы междунар. науч. конф., Архангельск, 1999. 394 с.
4. Толстиков А.В., Неелов И.А. Расчет водо- и массообмена через Горло Белого моря с использованием модели термогидродинамики и экосистемы моря // Матер. XI Всерос. конф. с междунар. уч. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» (9-11 ноября 2010 г.). СПб: ЗИН РАН, 2010. С. 188-189.
5. Толстиков А.В., Филатов Н.Н., Здорovenнов Р.Э. Белое море и его водосбор // Свид. о гос. рег. базы данных № 2010620435. 16 августа 2010 г.
6. Чернов И.А. Моделирование крупномасштабного среднемесячного состояния Белого моря // Избранные труды Международной молодежной школы и конференции CITES-2011, Томск, Россия, 3-18 июля 2011 г. С. 102-105.
7. Яковлев Н.Г. Воспроизведение крупномасштабного состояния вод и морского льда Северного Ледовитого океана в 1948-2002 гг. Часть 1: Численная модель и среднее состояние // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана, 2009. Т. 45, № 3, С. 1-16.
8. Chernov I. Numerical Modelling of large-scale Dynamics of the White Sea // Universal Journal of Geoscience, 2013, Vol. 1(3), pp. 150-153.
9. Neelov I.A. and Savchuk O.P. 3-D IO RAS-AARI Coupled Hydrodynamic-biogeochemical Model of the White Sea // Final report of INCO-Copernicus Project «WHITESEA» No. ICA2-CT-2000-10014: «Sustainable management of the marine ecosystem and living resources of the White Sea», 2003. 220 p.
10. Вычислительный кластер ИПМИ КарНЦ РАН. Режим доступа: <http://cluster.krc.karelia.ru>
11. Данные реанализа NCEP/NCAR. Режим доступа: <http://www.esrl.noaa.gov>

Утков П.Ю.¹, Уткова М.А.¹, Попова С.В.², Красавина К.Н.²

¹Мурманский институт экономики – филиал НОУ ВПО «СПбУУЭ», г. Мурманск
pavelutkv@rambler.ru; mtim@pochta.ru

²МБОУ СОШ № 43, г. Мурманск
svetlana6627@yandex.ru

ФУРОШИКИ – АЛЬТЕРНАТИВА ЭКОСУМКАМ

В восьмидесятих годах прошлого века люди впервые серьезно обеспокоились о состоянии окружающей их природной среды. Такого рода опасения касались как настоящего нашей планеты, так и будущего тех людей, которые будут жить на нашей планете через несколько веков. Сегодня остро стоит вопрос о загрязнении окружающей среды отходами современной жизнедеятельности человека, в том числе полиэтиленовыми пакетами. В Европе как альтернатива пакетам активно используются так называемые ecobags, т.е. экосумки. Также есть устоявшийся акроним BYOB – bringyourownbag (приходи со своей сумкой). В этом плане гораздо прогрессивней европейцев оказались... конечно же, граждане Советского Союза. Правда, как всегда, невольно. До прихода капитализма в Россию «экобэг» был у каждого первого. Называлась такая сумка авоськой. Авосяка - удобная, экологичная, очень прочная и вместительная плетеная сумка, которая в свернутом состоянии занимает мало места, легко стирается и быстро сохнет.

Пока пластиковые пакеты были в диковинку, авоськи стирали, сушили и использовали невероятное количество раз. Потом сквозь прорехи в Занавесе стали просачиваться тоннами любимые шуршащие пакетики. Бабушки посылали внуков и внучек в магазин и по старинке совали им свою выдавшую виды сумку для продуктов. Но внуки обычно отвечали «Бабуль, ты что? не пойду я с твоей авоськой...» и приходили увешанные пакетами. Самые расторопные еще и впрок пакетов набирали. Когда Советский Союз прекратил свое существование, плетеные из веревок сумки так же исчезли из оборота. Может быть, в них было неудобно носить продукты, может, мелкие предметы из них высыпались, но авоськи прекратили свое существование в начале 1990-х гг. Их место уверенно и надолго заняли полиэтиленовые одноразовые и не очень одноразовые пакеты.

Вред окружающей среде, наносимый повсеместным использованием пластиковых пакетов, приобрел глобальные масштабы. Настало время борьбы с пластиковыми пакетами! Сегодня повсеместное распространение экосумок – насущная необходимость.

В настоящее время активно формируется новое, экологическое мышление, направленное на развитие ответственности каждой отдельной личности за экологическое здоровье нашей планеты. Самый первый шаг в этом направлении – шаг, который сделало уже множество граждан в других странах мира – это отказ от использования одноразовых пластиковых пакетов, которые раздаются или продаются в супермаркетах, в пользу сумок многоразового использования – экосумок.

В последнее время на просторах Интернета часто стала появляться информация о древнем японском искусстве складывания ткани фурушики. Фурушики (фурушики, furoshiki) – это квадратный кусок ткани, а еще японское искусство его завязывания. Фурушики чаще всего используют для упаковки подарков – для этого японцы изобрели массу декоративных узлов и способов сворачивания. Также фурушики используется в качестве сумки, для переноски вещей. Его удобно свернуть и носить с собой, на случай непредвиденных покупок (или находок). Значит, можно воспользоваться этой техникой, чтобы отказаться от использования пластиковых пакетов?

Цель исследования: показать возможности использования простых материалов в качестве сумки или упаковки как посильный шаг каждого на пути к охране окружающей среды.

Задачи исследования: выявить отрицательные качества использования пластиковых пакетов; выяснить степень информированности детей и взрослых об экологической опасности пластикового мусора; рассмотреть понятие – экосумка; выяснить положительные и отрицательные качества экосумок из различных материалов; исследовать свойства полиэстера; познакомиться с японской техникой складывания фурушики.

Гипотеза: может ли в современном мире японская техника складывания фурушики стать альтернативой экосумкам?

Этапы исследования:

- провести анкетирование среди подростков и взрослых с целью выяснения степени их информированности об экологической опасности пластикового мусора;
- познакомить учащихся и взрослых с различными видами экосумок;
- сравнить результаты анкетирования среди различных возрастных групп;
- провести беседу об экологической опасности в результате использования пластиковых пакетов;
- познакомить учащихся и взрослых с японской техникой складывания фурушики;
- провести практическое занятие по отработке приёмов японской техники складывания фурушики.

Методы исследования: наблюдение; анкетирование; синтез; анализ.

Практическая значимость: отказавшись от использования пластиковых пакетов, используя знания о японской технике складывания фурушики и владея приёмами этой техники, каждый человек может сделать маленький шаг на пути к охране окружающей среды. Для проведения исследования были использованы следующие источники информации: периодическое издание («Ручная работа»), интернет – ресурсы.

По всему миру возрастает количество людей, понимающих степень опасности от использования пластиковых пакетов.

5 «ПРОТИВ» пластиковым пакетам:

- Полиэтиленовые пакеты изготавливаются из исчерпаемого природного ресурса – нефти. Также, пластиковые пакеты невыгодно перерабатывать, так как переработка стоит гораздо дороже изготовления.

- Пластиковые пакеты биологически не разлагаются, но под действием света распадаются на маленькие токсичные частички и попадают в пищевые цепи животных.

- Одноразовые полиэтиленовые пакеты – «долгоиграющий» мусор, который может находиться в почве до 400 лет.

- Известны случаи гибели диких³ и домашних животных, проглотивших пластиковые пакеты.

- При сжигании полиэтиленового пакета образуется много углекислого газа, что служит дополнительной нагрузкой для атмосферы.

По всему миру начата кампания по отказу от использования пластиковых пакетов⁴.

Экосумка – пакет или любая сумка, выполненные обычно, из «дружественных» природе материалов – хлопка, льна, джута или бумаги⁵.

5 «ЗА» экосумкам:

- Экосумка – отличная замена обычным пластиковым пакетам.

- Удобство в использовании. Сумка может складываться и застегиваться в виде кошелька, занимая совсем мало места.

- Возможность стирки, что придает продукту всегда аккуратный вид.

- Многоцветные экопакеты изготавливаются на 100% из натурального материала – хлопка, льна, джута, который можно вторично переработать.

- Самостоятельно сшитую экосумку можно декорировать под настроение.

Многие неправильно считают, что экосумка должна быть сделана только из натуральных материалов. Давайте попробуем разобраться, какими преимуществами должна обладать такая сумка и почему она не обязательно должна быть сделана из натуральных материалов:

- каждый год в мире производят более триллиона пакетов из пластика, которые не поддаются переработке; из-за того, что экосумка используется многократно, все эти разы не приходится покупать новый полиэтиленовый пакет, а затем выбрасывать его на свалку, где скапливаются миллионы и миллионы полиэтиленовых пакетов!

- срок разложения пластикового пакета составляет около четырех веков, при сжигании выделяют едкий и ядовитый газ; при использовании экосумки, опять же, из-за того, что она многоразовая, уменьшается количество пластика, который надо перерабатывать, вследствие этого снижаются выбросы в атмосферу.

- полиэтиленовые пакеты производятся из нефти; покупая пакет, мы транжирим ископаемые богатства Земли; все тот же принцип многоразового использования экосумки позволяет расходовать ископаемые ресурсы более рационально – на изготовление многоразовой экосумки нужно меньше ресурсов, чем на изготовление одноразового полиэтиленового пакета, который после использования сразу же выбрасывается.

- пластиковые пакеты, загрязняя окружающую среду, часто становятся причиной гибели животных; за счет того, что экосумка многоразовая, их выбрасывается значительно меньше, чем обычных пакетов, они меньше засоряют природу.

- к тому же, многие экосумки изготавливаются из вторично перерабатываемого пластика, что, во-первых, уменьшает количество пластика, выбрасываемого на свалки, во-вторых - на их изготовление не идет **ВООООЩЕ** никаких «лишних» материалов, будь то нефть либо натуральные материалы (изготавливаемые, к стати из растений, которые приходится вырубать).

Итак, основные преимущества экосумок совсем не связаны с материалами, из которых они изготовлены, поэтому сумка, сделанная из синтетических материалов, тоже может называться экосумкой!

Многие производители постепенно заменяют пластиковые пакеты, в которые упаковывают свою продукцию на бумажные или выполненные из полиэстера.

Так, например, поступает крупный концерн – один из мировых лидеров в производстве косметики и парфюмерии – YvesRocher. Полиэстер (Polyester) – это синтетическое полиэфирное волокно, отличающееся особым разнообразием.

5 Положительных свойств полиэстера: большая износостойкость; устойчив к световому воздействию; не мнется, не даёт усадку после стирки; легко стирается и гладится, быстро сохнет; экологически чистый, высоко устойчивый к воздействию внешней среды, а также легко поддающийся вторичной переработке материал.

Слово «фурошики» (Furoshiki) буквально переводится как «банный коврик» и представляет собой квадратный кусок ткани, который использовался для заворачивания и переноски предметов любых форм и размеров.

В старину в японских банях (фуро) было принято ходить в лёгких хлопковых кимоно, которые посетители приносили с собой из дома. Купальщик также приносил специальный коврик (шики), на котором стоял, пока раздевался. Переодевшись в «банное» кимоно, посетитель оборачивал свою одежду ковриком, а после бани заворачивал в коврик мокрое кимоно, чтобы донести его до дома. Таким образом, коврик для бани превратился в удобно свернутый «узелок» для переноса вещей и предметов.

Фурошики вошли в быт японцев давно. Сохранились древние свитки периодов Камакура-Муромати (1185-1573 гг.) с изображениями женщин, несущих на головах упакованные в ткани связки одежды⁹. Первоначально для изготовления фурошики использовали любые ткани с любым узором. Однако в эпоху Эдо (1603-1867 гг.) определенная расцветка фурошики уже могла обозначать принадлежность аристократической семье или определенному магазину.

Удобство фурошики состоит в том, что этот кусок ткани легко принимает форму предмета, который вы заворачиваете¹⁰. Он будто приспосабливается к вашим потребностям, независимо от того, что именно вы упаковываете: большой или маленький предмет, продолговатый или круглый, квадратный или неопределенной формы.

Легкость сворачивания и прочность стали определяющими в подходе к выбору ткани для фурошики. Толстые ткани уступили место более тонким и прочным. Постепенно большинство

фурошики стали изготавливать из хлопковых тканей. Сегодня фурошики делают из хлопка, шелка, смешанных или синтетических тканей.

Использование фурошики в качестве упаковки даёт возможность сделать более выразительным подарок.

РАЗМЕРЫ для фурошики: 45х45 см и 50х50 см – удобный универсальный размер для подарочной упаковки; 90х90 – удобный размер для переноски вещей, незаменим для способа завязывания «рюкзак»; 75х75 – хватит для сумки на кольцах.

В настоящее время в экологических целях японцы вместо пластиковых и бумажных пакетов пользуются оберточной тканью, которую можно легко сложить и носить с собой, а при необходимости завернуть в нее какой-либо предмет и переносить его.

Комитет охраны окружающей среды Японии выпустил схему с изображением примеров использования оберточной ткани для переноски или упаковки предметов¹².

Японскую технику складывания фурошики можно использовать в повседневной жизни не только вместо пластиковых пакетов, но и вместо экосумок. Можно использовать для фурошики не только натуральные материалы, но и синтетические – в частности, полиэстер.

Этапы исследования:

1. Анкетирование

Прежде, чем предложить подросткам и взрослым использовать вместо пластиковых пакетов или экосумок японскую технику складывания фурошики, было принято решение выяснить степень их информированности об экологической опасности пластикового мусора и о таком понятии, как «экосумка».

Респондентам были предложены вопросы анкеты.

2. Анализ ответов респондентов представлены на рис. 1. По результатам анкеты выяснилось следующее:

- достаточно большое количество опрошенных знают о том, какую опасность для окружающей среды несёт бесконтрольное использование пластиковых пакетов;
- меньше всего этой информацией владеют мальчики – 73.3% опрошенных, а больше всего взрослые – 85% опрошенных;
- в большей степени знакомы с понятием «экосумка» взрослые – 80%, а в меньшей – мальчики – 15.5%;
- подавляющее число опрошенных готово отказаться от использования пластиковых пакетов в пользу экосумок (91% – девочки и 90% – взрослые);
- мальчики, по понятным причинам, не совсем представляют себя с сумкой вообще, но, тем не менее, готовы сделать небольшой шаг в сторону охраны окружающей среды;
- взрослые респонденты в ответе на третий вопрос делали уточнение: «готовы, если экосумки будут стоить не слишком дорого».

3. Проведение беседы среди учащихся и взрослых об экологической опасности в результате использования пластиковых пакетов.

4. Занятие по отработке приёмов японской техники складывания фурошики.

По результатам исследования, можно сделать следующие выводы:

- информированность детей и взрослых об экологической опасности пластикового мусора неполная, поэтому следует проводить беседы на эту тему, призывая к отказу от использования пластиковых пакетов;
- многие участники анкетирования знают о существовании экосумок и готовы использовать их как альтернативу пластиковым пакетам;
- практические занятия показали, что японская техника складывания фурошики проста и эффективна, так как позволяет быстро создать из простого материала – квадратного лоскута ткани – сумку-трансформер.
- пластиковые пакеты являются источником экологической опасности;
- экосумки можно использовать как альтернативу пластиковым пакетам;
- экосумки следует изготавливать из натуральных материалов – хлопка, льна, джута, бумаги, так как все эти материалы могут быть вторично переработаны;
- экосумку можно изготовить самим и по желанию её декорировать согласно модным веяниям или собственному вкусу;
- существует синтетическое полиэфирное волокно – полиэстер, которое тоже может быть вторично переработано;

- экосумки, выполненные из полиэстера очень удобны в использовании, к тому же они обладают значительной износостойкостью;

- японская техника складывания фурушки имеет право на существование и в нашей повседневной жизни:

5 «ЗА» фурушки:

- достаточно одного квадратного лоскута ткани (например, шейного платка);

- ничего не надо шить, достаточно обработать края лоскута от осыпания;

- используя технику складывания фурушки можно переносить предметы любой формы и любых размеров;

- данную технику складывания можно использовать и как изысканную упаковку для подарков;

- в сложенном виде лоскут занимает очень мало места и может использоваться сколь угодно количество раз.

Японская техника складывания фурушки может стать прекрасной альтернативой экосумкам!

Литература

1. Мороз Н. Заверните, пожалуйста! / Н. Мороз // Ручная работа. 2007. № 9 (37). С. 23.
2. Экосумки [электронный ресурс]. Режим доступа: [<http://www.ecosumki.ru>] (дата обращения 25.12.2013).
3. Обсуждаем и показываем фурушки [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru-furoshiki.livejournal.com/987.html>] (дата обращения 25.12.2013).

Фрумин Г.Т.

Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург
gfrumin@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ БОЛЬШАЯ НЕВА

В настоящее время система ПДК подвергается справедливой и аргументированной критике и наметилась тенденция к оценке состояния водных объектов с точки зрения не потребностей конкретного природопользователя, а с позиций сохранения структуры и функциональных особенностей гидроэкосистемы, так как «необходимо научиться прогнозировать отклик экосистемы в целом на совокупное внешнее воздействие, а не какого-либо ресурсного звена, обуславливающего практический интерес потребителя» (Дмитриев, 1994).

Систематизация основных аргументированных претензий к действующей системе ПДК сводится к следующему (Абакумов, Сушения, 1991; Волков и др., 1993; Воробейчик и др., 1994; Никаноров и др., 1988; Опекунов, 2001; Фрумин, 1998; Фрумин, 2002).

♦ Концентрация веществ в воде не отражает токсикологическую нагрузку на экосистему, так как не учитывает процессы аккумуляции веществ в биологических объектах и донных отложениях. Так, в воде, содержащей 0.004 млн долей ДДТ на 1 л в конце пищевой цепи, после планктона и рыб, на 1 кг веса бакланов приходится уже 26.4 млн долей ДДТ. Иными словами, вне поля зрения системы ПДК оказываются такие процессы, как аккумуляция загрязняющих веществ различными водными организмами, например водорослями, с последующим высвобождением их во время массового (например, сезонного) отмирания. В этих случаях возможны высокие концентрации загрязняющих веществ на тех участках водных объектов, где сброс сточных вод нормировался и концентрации загрязняющих веществ были в пределах нормы.

♦ Федеральные ПДК не учитывают специфику функционирования водных экосистем в различных природно-климатических зонах (широтная и вертикальная зональность) и биогеохимических провинциях (естественные геохимические аномалии с различным уровнем содержания природных соединений), а значит, и их токсикорезистентность. Так, разные биогеохимические провинции (и отдельные водоемы) отличаются друг от друга по содержанию в поверхностных водах свинца в 2000 раз, никеля – в 1350, цинка – в 500, меди – в 10000, хрома – в 17000 раз. Неучет этого влияет на величины ПДК, рекомендуемые в масштабах всего государства и неприемлемые для регионов с низким фоновым содержанием данного элемента. Как правило, не исследуется региональная специфика самоочищающей способности экосистем, применяются единые ПДК для экосистем в различных климатических и

биогеоценологических условиях. В некоторых регионах страны природный фон концентраций ряда химических веществ, например металлов, весьма высок и превышает ПДК в несколько раз.

- ♦ Не учитываются эффекты синергизма, антагонизма, суммации. В частности, принцип суммирования (при многокомпонентном сбросе), используемый в расчетах токсикологической нагрузки веществами одного лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), некорректен для сублетальных концентраций загрязняющих веществ. Количественное содержание многокомпонентной смеси ниже ПДК для каждого отдельного вещества еще не свидетельствует о ее безопасности для водного биоценоза. Смесь загрязняющих веществ может давать сложный токсический эффект, который нельзя свести к сумме действия составных частей смеси.

- ♦ При обосновании ПДК не учитывается разный трофический статус экосистем, сезонные особенности природных факторов, на фоне которых проявляется токсичность загрязняющих веществ. Действие токсикантов на водные организмы существенно зависит от таких показателей как температура, содержание кислорода, pH, общая жесткость и т.д. Процессы трансформации загрязняющих веществ в водных экосистемах включают целый ряд стадий, причем нередко промежуточные продукты превращений оказываются более токсичными, чем исходные загрязняющие вещества.

- ♦ Прирост таблиц ПДК не поспевает за поступлением новых загрязняющих веществ в водные объекты. Вместе с тем, очевидно, что темпы синтеза новых веществ несоизмеримы с темпами нормирования их воздействия. Это ставит под сомнение репрезентативное обеспечение оценки состояния и качества среды только на основе системы ПДК.

- ♦ Значения некоторых ПДК лежат сегодня за пределами чувствительности аналитических методов определения.

Перечисленные, а также некоторые другие недостатки не отвергают необходимость оценки состояния водных объектов по ПДК, но свидетельствуют о необходимости разработки новых подходов. Каждый водный объект представляет собой единую экосистему, поэтому задачу охраны вод надо решать с научно-обоснованных экологических позиций. Иными словами, обобщая представленный материал, мы неизбежно приходим к выводу об экологической целесообразности регионального регламентирования антропогенной токсикологической нагрузки на водные экосистемы.

В июле 1985 г. Верховный Совет СССР после рассмотрения вопроса об охране природы в нашей стране принял постановление, в котором, в частности, Государственному комитету СССР по гидрометеорологии и другим министерствам и ведомствам было поручено провести в 1986–1990 гг. комплекс научных исследований с целью перевода всей системы государственного контроля загрязнения окружающей среды на экологическую основу. Было предложено разработать принципиально новый подход к нормированию антропогенных воздействий, основанный на экологическом нормировании техногенных загрязнений различных элементов географической оболочки.

Проблема экологического нормирования обсуждается в специальной литературе достаточно давно, и к настоящему времени разработаны методологические основы обоснования предельно допустимых экологических нагрузок. Тем не менее, во многих публикациях продолжают преобладать общие рассуждения и отсутствуют конструктивные предложения, которые можно было бы использовать при экологическом нормировании. Возникает впечатление, что количество предложенных подходов к решению этой проблемы равно количеству занимающихся ею ученых. Можно предположить, что в конечном итоге все же будет создана общая теория, которая объединит все подходы и взгляды на механизм функционирования экосистем и позволит учесть эти механизмы при экологическом нормировании антропогенного воздействия. Следует, однако, признать, что запросы практики требуют незамедлительного перехода от общих рассуждений о необходимости экологического нормирования к созданию научно обоснованных методов расчета допустимых экологических нагрузок на пресноводные, морские и иные экосистемы.

Основным критерием при определении допустимой антропогенной нагрузки является отсутствие снижения продуктивности, стабильности и разнообразия экосистемы. Гибель отдельных организмов в этом случае не представляется критической.

В связи с изложенным цель данного исследования заключалась в оценке экологически допустимых концентраций тяжелых металлов в реке Большая Нева.

Материалы и методы исследования. В исследовании были использованы первичные данные мониторинга с 1990 г. по 2012 г., регулярно проводимого Санкт-Петербургским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (СЗ УГМС). Выбор этого периода обусловлен тем, что он примерно соответствует двукратному условному времени водообмена Ладожского озера (12.3 года).

Для установления экологически допустимых концентраций (ЭДК) тяжелых металлов в реке Большая Нева были использованы три варианта расчетов, каждый из которых был заимствован из литературных источников (Патин, 1979; Замоладчиков, 1993; Маркин, Горбачева) (табл. 1).

Таблица 1

Формулы для расчетов экологически допустимых концентраций тяжелых металлов в реке Большая Нева

Вариант расчета	Автор(ы)	Формула
1. (ЭДК ₁)	С.А. Патин	$ЭДК_1 = C_{CP} + 2\sigma$
2. (ЭДК ₂)	Д.Г. Замоладчиков	$ЭДК_2 = ВК + 1.5(ВК - НК)$
3. (ЭДК ₃)	В.Н. Маркин, Е.В. Горбачева	$ЭДК_3 = C_{CP}(1 + CV) = C_{CP}(1 + \sigma/C_{CP})$

Примечание. C_{CP} – средняя концентрация металла за рассматриваемый период, σ – среднеквадратическое отклонение, ВК – верхняя квартиль распределения, НК – нижняя квартиль распределения, CV – коэффициент вариации.

Согласно В.Н. Маркину и Е.В. Горбачевой при проведении природоохранных мероприятий важно сохранить водный объект в состоянии близком к естественному с соответствующей способностью к самоочищению. Очевидно, что естественное состояние водного объекта сохранится в случае изменения концентрации конкретного вещества в воде в пределах естественного среднесуточного диапазона изменения концентраций, т.е. в случае изменения концентраций в пределах наиболее вероятного диапазона для естественных условий.

Наряду с изложенным представлялось интересным выявить связь между величинами ЭДК и кларками металлов в земной коре. Средние содержания (кларки) химических элементов в земной коре были заимствованы из (Овчинников, 1990) (таблица 2).

Таблица 2

Средние содержания (кларки) химических элементов в земной коре

Элементы	Кларк, % масс.	Элементы	Кларк, % масс.
Кадмий	$1.7 \cdot 10^{-5}$	Медь	$5.3 \cdot 10^{-3}$
Кобальт	$2.3 \cdot 10^{-3}$	Цинк	$6.8 \cdot 10^{-3}$
Никель	$7.0 \cdot 10^{-3}$	Марганец	$9.0 \cdot 10^{-2}$
Свинец	$1.3 \cdot 10^{-3}$	Железо	5,33

Результаты и их обсуждение. Результаты расчетов величин ЭДК и величины ПДК для рыбохозяйственных водных объектов (ПДК_{РХ}) поверхностных вод суши приведены в табл. 3.

Таблица 3

Величины ПДК и экологически допустимые концентрации тяжелых металлов в реке Большая Нева

Металл	ПДК _{РХ} , мкг/дм ³	ЭДК ₁ , мкг/дм ³	ЭДК ₂ , мкг/дм ³	ЭДК ₃ , мкг/дм ³
Кадмий	1	0.7	0.9	0.6
Кобальт	10	3.1	2.5	2.1
Никель	10	5.7	4.9	4.1
Свинец	6	6.9	8.3	5.1
Медь	1	8.1	9.0	6.6
Цинк	10	43.7	52.6	32.9
Марганец	10	41.5	35.8	28.2
Железо	100	334	333	235

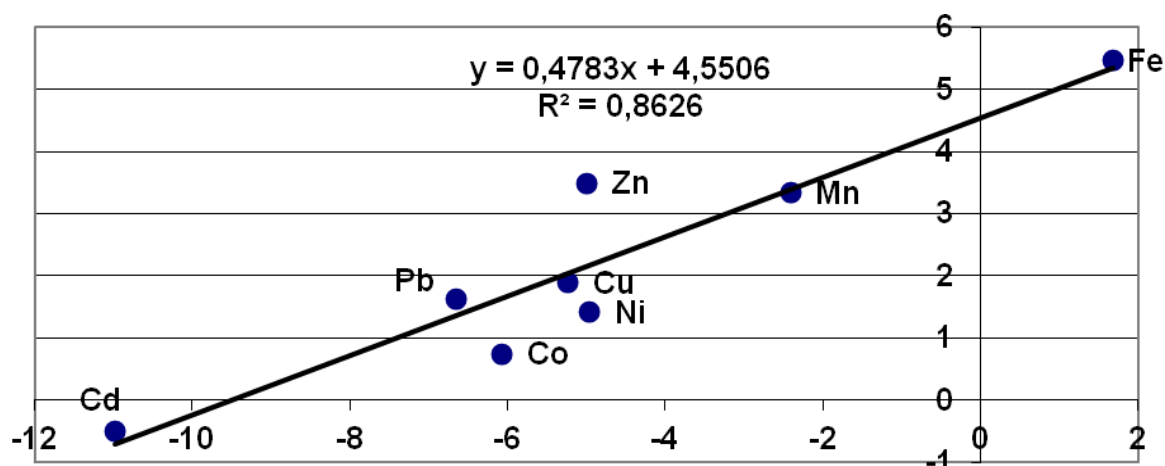
Как следует из данных, приведенных в табл. 3, для всех рассмотренных металлов величины ЭДК₃ меньше, чем ЭДК₁ и ЭДК₂. Иными словами, величины ЭДК₃ являются наиболее «жесткими» значениями экологически допустимых концентраций тяжелых металлов в реке Большая Нева. Результаты расчетов также показывают, что величины ЭДК₃ для кадмия, кобальта, никеля и свинца меньше соответствующих величин ПДК_{РХ}. С другой стороны значения ЭДК₃ для меди, цинка, марганца и железа больше соответствующих значений ПДК_{РХ}.

В дополнение к изложенному была выявлена статистически значимая зависимость между ЭДК₃ и кларками металлов в земной коре, описываемая следующим регрессионным уравнением (см. также рисунок):

$$\ln(\text{ЭДК}_3) = 4.55 + 0.478 \cdot \ln(\text{Кларк})$$

со следующей регрессионной статистикой: $N = 8$ (число наблюдений), $r = 0.93$ (коэффициент корреляции – теснота связи между переменными), $r^2 = 0.86$ (коэффициент детерминации – объяснимая доля разброса), $\sigma_{y(x)} = 0.74$ (стандартная ошибка), $F_p = 37.68$ (расчетное значение критерия Фишера), $F_T = 5.59$ (табличное значение критерия Фишера для уровня значимости 95%).

Как следует из приведенных статистических характеристик, вышеприведенное уравнение регрессии адекватно ($F_p > F_T$) и может быть использовано для предсказания величин ЭДК₃ для других металлов, так как $F_p > 4F_T$ (Дрейпер, Смит, 1973).



Соотношение между кларками и ЭДУ₃

Литература

1. Абакумов В.А., Суценья Л.М. Гидробиологический мониторинг пресных вод и пути его совершенствования. В кн.: Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Тр. Межд. симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 41-51.
2. Волков И.В., Заличева И.Н., Ганина В.С., Ильмаст Т.Б., Каймина Н.В., Мовчан Г.В., Шустова Н.К. О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы // Водные ресурсы, 1993. Т. 20, С. 707-713.
3. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.
4. Дмитриев В.В. Экологическое нормирование состояния и антропогенных воздействий на природные экосистемы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7., 1994. Вып. 2 (№ 4) С. 60-70.
5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.
6. Замолотчиков Д.Г. Оценка экологически допустимых уровней антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XV. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 214-233.
7. Маркин В.Н., Горбачева Е.В. Оценка допустимой биогенной нагрузки на речные системы со стороны водосборной площади. Режим доступа: <http://msuee.ru/kmirz/Htmls4/Markin/DopBioNagr.htm>
8. Никаноров А.М., Тарасов М.Н., Трунов Н.М., Клименко О.А., Матвеева Н.П. Проблема нормирования качества поверхностных вод и натурное экологическое моделирование. В сб. научн. тр. «Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы», Вып. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 5-9.
9. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. М.: Недра, 1990. 248 с.
10. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2001. 216 с.
11. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищевая промышленность, 1979. 304 с.
12. Фрумин Г.Т. Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование. СПб.: Синтез, 1998. 96 с.
13. Фрумин Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология. Учебное пособие. СПб.: РГГМУ, 2002. 204 с.

СЕКЦИЯ 4.

ЧЕЛОВЕК В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ

Александрова Е.Ю.¹, Уткова М.А.², Утков П.Ю.², Дмитриева О.М.¹, Садовникова Е.В.¹, Еника В.А.¹

¹ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный гуманитарный университет», г. Мурманск
dzhessika_www@mail.ru

²Мурманский институт экономики – филиал НОУ ВПО «СПбУУЭ», г. Мурманск
mtim@pochta.ru; pavelutkv@rambler.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЦЕНТРИЧНОГО МЫШЛЕНИЯ: «ЧТО, ЕСЛИ...?»

Ситуация в современном обществе характеризуется постоянным видоизменением ценностных приоритетов, но в то же время отсутствием единых социально одобряемых норм, господством антропоцентрической парадигмы в мышлении людей.

Встает вопрос, каким же образом ликвидировать эти проблемы, как добиться цели экологического воспитания: подготовить экологически грамотную личность, которая понимает жизнь как высшую ценность, умеет строить отношения с природой на основе уважения жизни, обладает экологической культурой, творческим подходом к взаимодействию с природой. В связи с этим необходимо проводить целенаправленную работу по формированию экологического мышления людей. И в этом неоценимую помощь могут оказать активные методы обучения, побуждающие к мыслительной и практической деятельности в процессе овладения учебным материалом.

Концептуальные основы проекта представлены следующими положениями.

Феномен экологической культуры рассматривается в работах И.Т. Суравегиной, И.Д. Зверева, А.Н. Захлебного, Н.Н. Вересова, А.П. Сидельковского и др.

Рассмотрение природы как духовной ценности имеет давние педагогические традиции в трудах ученых-методистов: Н.М. Верзилина, А.Я. Герда, В.В. Половцева, Б.Е. Райкова. Существует целое направление в педагогической науке – экологическая педагогика (С.Д. Дерябо, В.А. Ясвин).

Педагогику игры, место игры в педагогическом процессе, строение игровой деятельности руководство игрой разрабатывали Н.А. Аникеева, Н.Н. Богомоллова, В.Д. Пономарев, С.А. Смирнов, С.А. Шамаков и мн.др.

В педагогической науке феномен игры рассматривается как способ организации воспитания и обучения, изучаются формы и способы оптимизации игровой деятельности.

В психологии игра рассматривается как средство активизации психических процессов, средство диагностики, коррекции и адаптации к жизни, исследуются социальные эмоции, сопровождающие игровой феномен.

Педагогическая игра обладает существенным признаком – четко поставленной целью обучения и соответствующим ей педагогическим результатом, которые характеризуются учебно-познавательной направленностью.

Игровая форма занятий создается на уроках при помощи игровых приемов и ситуаций, выступающих как средство побуждения, стимулирования к учебной деятельности.

В педагогической науке феномен игры рассматривается как способ организации воспитания и обучения, изучаются формы и способы оптимизации игровой деятельности.

С психологической точки зрения игра – средство активизации психических процессов, средство диагностики, коррекции и адаптации к жизни, исследуются социальные эмоции, сопровождающие игровой феномен.

Педагогическая игра обладает существенным признаком – четко поставленной целью обучения и соответствующим ей педагогическим результатом, которые характеризуются учебно-познавательной направленностью.

Игровая форма занятий создается на уроках при помощи игровых приемов и ситуаций, выступающих как средство побуждения, стимулирования к учебной деятельности.

Предлагаемая игра задействует все 3 уровня активности личности: активность воспроизведения, активность интерпретации, творческую активность.

Игра «Что, если...» нацелена на выработку у участников стремления постичь смысл изучаемого, установить связи, на самостоятельный поиск решения проблем.

При этом игра призвана в ненавязчивой форме формировать элементарные представления человека о взаимосвязях живых организмов в природе, о здоровье и безопасности, о важной роли биоразнообразия, о целостности биосферы.

Оборудование для проведения игры: игровое поле, карточки с заданиями.

Содержание игры: участникам предлагается высказать свое отношение к ряду экологических проблем (локального, регионального, глобального характера). При этом каждую проблему необходимо разместить на соответствующем цветовом поле, определив степень ее «опасности/благоприятности». Из всего перечня проблем участникам предоставляется право выбрать максимально «опасные/неблагоприятные», для которых представить детальные пути и возможности решения. Игра проходит в форме дискуссии с участниками.



Результаты анкетирования

1. Среди основных требований к игре, используемой в учебно-воспитательном процессе: познавательный характер игры, игровые ситуации должны быть действенными, игра должна разрабатываться с учетом индивидуальных особенностей участников, необходимо создать условия для проявления самостоятельности и инициативы участников.

2. Предлагаемая игра является: по содержанию – обучающей, по форме – групповой, по реакции – тихой, по темпу – качественной.

3. Предложенная игра может быть использована в учебно-воспитательном процессе для формирования элементов экологической культуры. Среди основных компонентов экологического сознания личности, данная игра позволяет задействовать когнитивный компонент, личностный компонент, деятельностный компонент.

Белишева Н.К.¹, Талыкова Л.В.²

¹Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Кольского НЦ РАН,
г. Анапты

natalybelisheva@mail.ru

²ФГУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Кировск
talyk@mail.ru

СВЯЗЬ НЕКОТОРЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДОВ БЕРЕМЕННОСТИ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Загрязнение окружающей среды радиоактивными осадками, остается глобальным источником облучения человека. Испытание ядерного оружия в атмосфере, которое проводилось с 1945 по 1980 гг. привело к неконтролируемому поступлению радиоактивного материала непосредственно в окружающую среду и к самой высокой коллективной дозе облучения населения от искусственных источников радиации (НКДАР ООН, 2000). Значительный вклад в загрязнение территории северного полушария радионуклидами внесли испытания на ядерном полигоне Новая Земля, где было произведено 135 ядерных испытаний, в том числе, 87 взрывов в атмосфере. На полигоне Новая Земля было испытано и самое мощное взрывное устройство за всю историю человечества – термоядерная авиационная бомба – АН602 («Царь бомба»), взрыв которой оценивался в 58 мегатонн (примерно в 10 тыс. раз больше, чем у бомбы, разрушившей Хиросиму) (Ядерные испытания...). Кольский полуостров оказался в зоне наибольшего загрязнения радионуклидами (Sorensen et al., 2008), образовавшимися вследствие испытания ядерного оружия на Новой Земле, и выпадавшими с осадками. Исследования, проведенные для выявления уровней контаминации цезием-137 и стронцием-90 в цепочке «лишайник-олень-человек» и доз излучения показали, что в течение 30 лет наблюдений дозы излучения никак не зависят от расстояния между пунктом наблюдения и Новоземельным полигоном. Уровни загрязнения этими нуклидами территорий коррелируют более всего с количеством атмосферных осадков, максимум которых приходится на Кольский полуостров (675 мм/год) а минимум на Якутию (175 мм/год) (Мирецкий и др., 1999).

Атомные электростанции и другие ядерные предприятия являются источником выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду, радиоактивных отходов в процессе их эксплуатации и вывода из эксплуатации. Дополнительным источником поступления радионуклидов в окружающую среду на Кольском полуострове является Кольская АЭС (НКДАР ООН, 2000; Sorensen et al., 2008), а также природные источники ионизирующей радиации, с суммарным вкладом в коллективную дозу облучения до 82.38% (Материалы «О санитарно-эпидемиологической обстановке...», 2013). Наши исследования показали, что из природных источников ионизирующего излучения (ИИИ), вариации нейтронной компоненты космических лучей (КЛ) у поверхности Земли вносят определенный вклад в заболеваемость населения Мурманской области (Белишева, Талыкова, 2012; Белишева и др., 2013; Belisheva et al., 2012).

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой дерматит, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни) (Health Effects of Exposure..., 1996).

В данном сообщении приведены свидетельства, показывающие наличие связи между некоторыми патологическими исходами беременности, содержанием радионуклидов в окружающей среде, а также вариациями ионизирующей компоненты КЛ у поверхности Земли.

Материал и методы. В исследовании были использованы материалы доклада Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области (1999) Данные по плотности выпадения радионуклидов, образовавшихся в атмосфере вследствие ядерных испытаний в северном полушарии, а также по выбросам благородных газов и иода ^{131}J взяты из отчета

Научного комитета по ядерной радиации ООН (2000). В качестве индикаторов плотности выпадения радионуклидов и дозовых нагрузок на населения в северном полушарии были использованы такие показатели как среднегодовая кумулятивная плотность выпадения радионуклидов, образовавшихся в атмосфере в результате ядерных испытаний (^{106}Ru , ^{125}Sb , ^{55}Fe , ^{90}Sr , ^{137}Cs), Бк/м²; средние годовые дозы по северному полушарию при внешнем облучении радионуклидами ^{125}Sb , ^{137}Cs , мкЗв; средние годовые дозы по северному полушарию при внутреннем поступлении радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H , ^{14}C), мкЗв; полные среднегодовые эффективные дозы по северному полушарию, мкЗв. Материал для оценки распространенности некоторых патологических исходов беременности (младенческая, перинатальная смертность, мертворожденность, врожденные пороки развития у детей на 1000 родов) получен из базы данных, собранных в научно-исследовательской лабораторией ФГУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; г.Кировск. В работе были использованы данные лаборатории космических лучей Полярного геофизического института КНЦ РАН по скорости счета наземного нейтронного монитора. Статистический анализ всех данных проводили с применением программного обеспечения Statistica 6.0, построение графиков осуществлялось с помощью пакета программ ORIGIN50.

Результаты и обсуждение. Коэффициенты корреляции между суммарной плотностью выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs , образовавшихся в атмосфере при ядерных испытаниях в северном полушарии, среднегодовыми эффективными при внешнем и внутреннем облучении этими радионуклидами, среднегодовыми эффективными дозами от облучения всеми радионуклидами, образовавшимися в атмосфере, младенческой, перинатальной смертностями, мертворожденностью приведены в таблице.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между младенческой, перинатальной смертностью, мертворожденностью в Мурманской области (1991-1999г.г.) и выпадением радионуклидов (за 1990-1998г.г.), образовавшихся в результате ядерных испытаний в атмосфере

Радионуклиды, изотопы	Средние значения $\pm$ ст. ошибка	Младенческая смертность	Перинатальная смертность	Мертворожденность
Суммарная плотность выпадения радионуклидов, образовавшихся в атмосфере при ядерных испытаниях, (Bq m ⁻²) год				
^{90}Sr	1018.111 $\pm$ 68.003	0.68	0.94	0.97
^{137}Cs	1586.667 $\pm$ 101.858	0.68	0.94	0.98
Внешнее облучение радионуклидами, образовавшимися в результате испытания ядерного оружия в атмосфере, средняя годовая эффективная доза (μSv)				
^{137}Cs	3.261 $\pm$ 0.206	0.68	0.95	0.98
Полная доза	3.262 $\pm$ 0.206	0.68	0.95	0.98
Облучение через желудочно-кишечный тракт радионуклидами, образовавшимися в результате испытания ядерного оружия в атмосфере, средняя годовая эффективная доза (μSv)				
^{90}Sr	0.770 $\pm$ 0.133	0.65	0.93	0.98
^{137}Cs	0.403 $\pm$ 0.032	0.66	0.95	0.98
Полная доза	1.173 $\pm$ 0.165	0.65	0.94	0.98
Средняя годовая эффективная доза от облучения радионуклидами, образовавшимися в результате испытания ядерного оружия в атмосфере, (μSv)				
Внешнее облучение	3.558 $\pm$ 0.226	0.68	0.94	0.98
внутреннее облучение	3.269 $\pm$ 0.324	0.67	0.94	0.98
Полная доза	6.826 $\pm$ 0.548	0.68	0.94	0.98

Ряды данных для корреляции плотности выпадения радионуклидов, среднегодовых эффективных доз облучения и показателей патологических исходов беременности были взяты со сдвигом в 1 год до рождения ребенка, что позволяет учитывать радиационную нагрузку на организм матери и плода в течение всего пренатального периода. В табл. 1 значимые ($p < 0.05$) коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом. В таблице можно видеть, что ежегодная суммарная плотность выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs , средние годовые эффективные дозы при внешнем облучении

радионуклидами, а также средние годовые дозы от облучения всеми радионуклидами (перечисленными в материалах и методах) имеют значимые корреляции с младенческой, перинатальной смертностью и мертворожденностью. Только значимость коэффициентов корреляции со средними годовыми эффективными дозами при внутреннем облучении (через желудочно-кишечный тракт) и младенческой смертностью не достигают уровня значимости 0.95 ($p > 0.05$).

Кроме того, была найдена значимая корреляция между частотой случаев врожденных аномалий органов пищеварения у детей (Q38-Q45), в соответствии с классификацией болезней по МКБ-10) ($r = 0.44$, $p < 0.05$) за период 1973-1999 гг. и среднегодовыми эффективными дозами от внешнего, внутреннего и полного облучения всеми радионуклидами. Эти данные подчеркивают факт относительного увеличения риска при облучении с уменьшением возраста на момент облучения (Health Effects of Exposure..., 1996). Не исключено, что рост заболеваемости, и, в частности, онкологии в Мурманской области (Белишева, Талыкова, Мельник, 2012; Белишева и др., 2013), связан с тем, что в период пика ядерных испытаний (1956-1965) часть населения была облучена внутриутробно, в силу чего приобрела потенциально большую чувствительность к индукции опухолей.

О высокой чувствительности детского организма в период перенатального развития к облучению свидетельствуют также результаты оценки влияния выбросов в атмосферу благородных газов и иода-131 на Кольской атомной электростанции (КАЭС). Дополнительное облучение населения Мурманской области в период с 1990 по 1997 г. произошло в результате выбросов в атмосферу благородных газов и иода-131 на Кольской атомной электростанции (КАЭС). Наши исследования показали, что выбросы благородных газов (GBq) ассоциированы с возрастанием случаев перинатальной смертности ($r = 0.87$, $p < 0.05$) и мертворожденности ($r = 0.92$, $p < 0.05$). Более того, оказалось, что возрастание выбросов благородных газов (со сдвигом в год до рождения ребенка) ассоциировано с возрастанием частоты случаев врожденных аномалий и деформаций костно-мышечной системы (Q65-Q79), $r = 0.84$, $p < 0.05$ (рис. 1А), а также с возрастанием всех классов врожденных пороков развития (ВПР) у детей $r = 0.73$, $p < 0.05$. Выбросы иода-131 оказались ассоциированы с увеличением частоты случаев других врожденных аномалий (Q80-Q89), $r = 0.98$, $p < 0.05$ (рис. 1Б).

Воздействие на плод низких доз ионизирующего излучения плохо изучено, вместе с тем, можно предположить, что отдельные продукты ядерного распада могут играть ключевую роль в нарушении эмбрионального развития и возникновении ВПР у детей. В частности, в ядерных реакторах в больших количествах нарабатывается Церий-144 (^{144}Ce) (период полураспада 285 суток, сопоставимый со сроком вынашивания ребенка), который является одним из продуктов деления урана-235. Радиоактивный церий проходит через плаценту и выделяется с молоком. Наибольшие количества введенного изотопа обнаруживаются в печени (40-50%) и скелете (7-35%). Радиоактивный литий и углерод 14 могут входить в состав любых биомолекул, в том числе генетических структур; стронций-90 является близким аналогом кальция и входит в состав костных тканей; радиоцезий – химический аналог калия и включается в мышечные ткани; йод необходим для функционирования щитовидной железы; фосфор играет важную роль в энергетике клеток; железо, кобальт, цинк и их радионуклиды входят в состав ферментов (катализаторов биохимических реакций). Попадая в организм матери, эти радионуклиды могут быть причиной возникновения ВПР у детей.

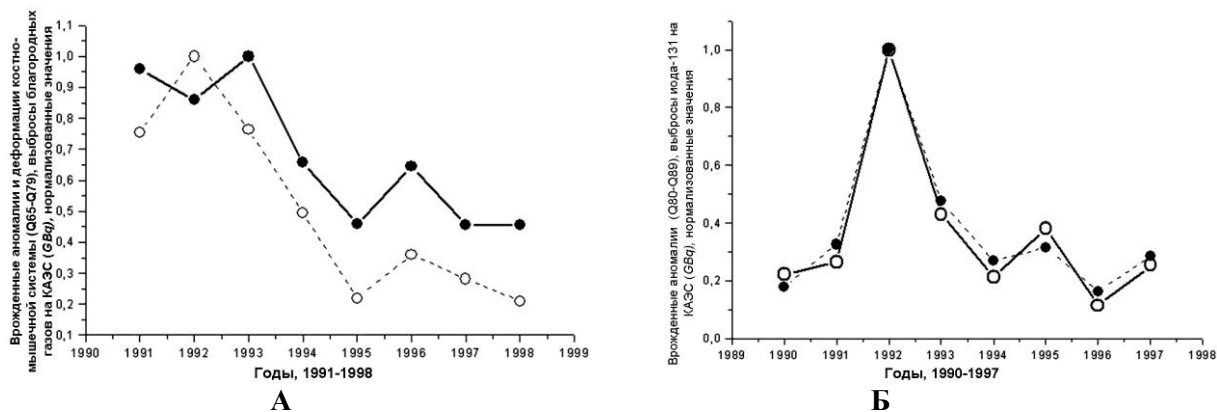


Рис. 1. Сравнение кривых выбросов на КАЭС благородных газов (А) и иода-131 (Б) –штрих-линии, с динамикой врожденных аномалий и деформаций костно-мышечной системы (Q65-Q79) (А) и других врожденных аномалий (Q80-Q89) (Б) – сплошные линии

Высокоширотной особенностью Арктического региона являются экстремальные колебания геомагнитного поля (ГМП) и интенсивности КЛ у поверхности Земли. В годы низкой солнечной активности (СА) возрастает интенсивность КЛ и снижается геомагнитная активность (ГМА). И, напротив, в годы высокой СА возрастает ГМА и снижается интенсивность КЛ. А это значит, что долевой вклад вариаций ГМП и ионизирующей компоненты КЛ у поверхности Земли в модуляцию функционального состояния организма человека варьирует вместе с циклами СА. Сравнительный анализ частоты ВПР в годы высокой и низкой СА (1973-2005 гг.) показал, что распространенность ВПР возрастает в годы низкой СА, ассоциированной с возрастанием интенсивности КЛ (рис. 2А). Подтверждением связи ВПР с интенсивностью КЛ являются значимые коэффициенты корреляции между скоростью счета нейтронного монитора, динамикой распространенности ВПР органов дыхания (Q30-Q34), $r=0.35$, $p<0.05$ и аномалиями развития, проявляющимися в расщелине губы и нёба (заячья губа и волчья пасть) (Q35-Q37), $r=0.48$, $p<0.05$ (рис. 2Б).

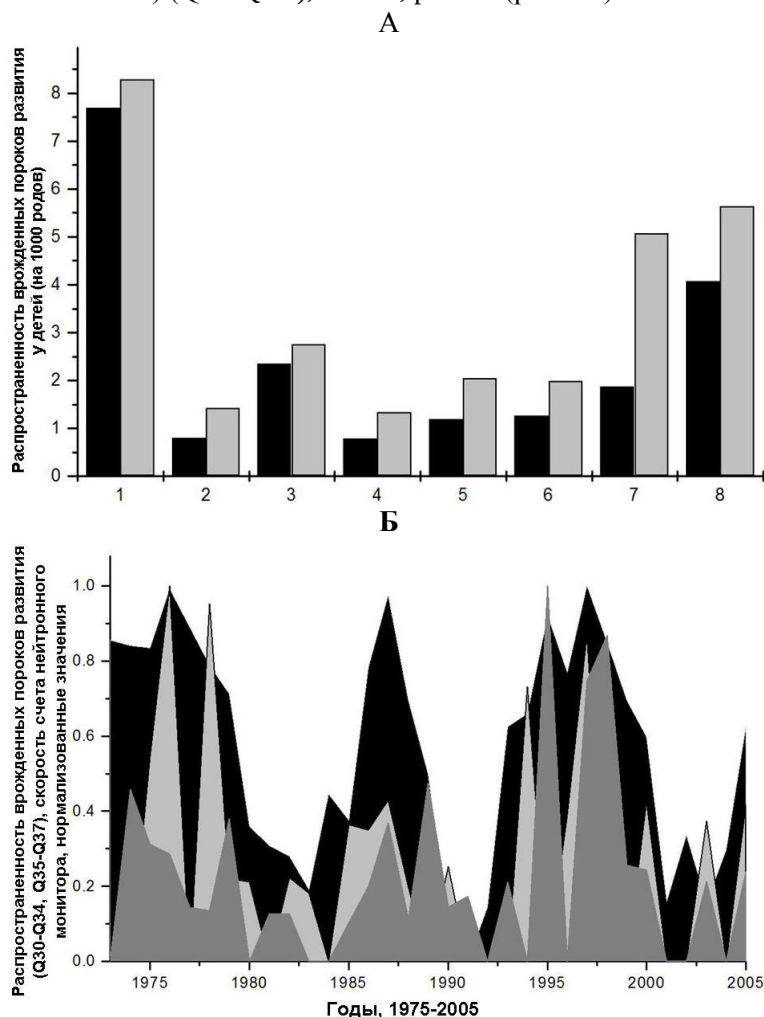


Рис. 2. Распространенность врожденных пороков развития (ВПР) у детей в годы высокой и низкой СА (А) и ассоциация частоты ВПР с вариациями интенсивности космических лучей (Б). А – черные столбцы – ВПР в годы высокой СА; серые столбцы – ВПР в годы низкой СА и высокой интенсивности нейтронной компоненты КЛ: 1 – врожденные новообразования; 2 – врожденные аномалии глаза, уха, лица и шеи (Q10-Q18); 3 – врожденные аномалии системы кровообращения (Q20-Q28); 4 – врожденные аномалии органов дыхания (Q30-Q34); 5 – расщелина губы и нёба (заячья губа и волчья пасть) (Q35-Q37); 6 – другие врожденные аномалии органов пищеварения (Q38-Q45); 7 – врожденные аномалии мочевыделительной системы (Q60-Q64); 8 – другие врожденные аномалии (Q80-Q89). Б – черная область – скорость счета нейтронного монитора; темно-серая область – врожденные аномалии органов дыхания (Q30-Q34); светло-серая область – расщелина губы и нёба (заячья губа и волчья пасть) (Q35-Q37)

Полученные данные показывают связь некоторых патологических исходов беременности с загрязнением окружающей среды радионуклидами различного происхождения, а также определенный вклад низко интенсивной и плотно ионизирующей компоненты вторичных космических лучей у поверхности Земли. Можно предполагать, что генотоксические агенты со сходным спектром биологических эффектов, воздействуя на одни и те же мишени (клетки человека) и в одно и то же время будут взаимодействовать аддитивным образом (НКДАР ООН, 2000), способствуя возрастанию аномалий беременности и распространенности ВПР у детей.

Литература

1. Белишева Н.К., Талыкова Л.В., Мельник Н.А. Медико-биологический мониторинг – как средство оценки качества окружающей среды для здоровья населения на Севере // Материалы VII Северного социально-экологического конгресса, Архангельск, 27-28 июня, 2011 // М: ООО «Первая Оперативная Типография», 2012. С. 93-111.
2. Белишева Н.К., Талыкова Л.В. Эффекты солнечных протонных событий в распространенности врожденных пороков развития у детей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. Т. 14, № 5(2). С. 323-325.
3. Белишева Н.К., Мельник Н.А., Балабин Ю.В., Буркова Т.Ф., Талыкова Л.Ф. Вклад техногенных и природных источников ионизирующего излучения в структуру заболеваемости населения Мурманской области // Вестник Кольского научного центра РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2013. № 4. С. 9-28.
4. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области «Состояние и охрана окружающей среды Мурманской области» 1999 г.: «Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1999 году» (<http://www.murman.ru/ecology/comitet/report99/index.html>)
5. Доклад Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на Генеральной Ассамблее 2000 г.(UNSCEAR 2000). *United Nations. Sources and Effects of Radiation*. Vol. I: Sources; Vo. II: United Nations Scientific Committee on of Atomic Radiation, 2000 Report to the Assembly, with scientific annexes. ANNEX C. Exposures to the public from man-made sources of radiation. United sales publications E.00.IX.3 and Nations, New York, 2000.
6. Материалы «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области в 2012 году». Управление Роспотребнадзора по Мурманской области Под редакцией: главного государственного санитарного врача по Мурманской области, к.м.н, заслуженного врача РФ Лукичевой Л.А. Мурманск, 2013.
7. Мирецкий Г.И., Рамзаев П.В., Захарченко М.П., Лучкевич В.С. Радиационный фактор на Крайнем Севере России. Санкт-Петербург: ГНИКИ СКУ «Система», 1999. 132 с.
8. Ядерные испытания в Арктике. (Научно-публицистическая монография в двух томах). Том I. Арктический ядерный полигон. Под общей редакцией научного руководителя РФЯЦ ВНИИЭФ академика РАН В.Н. Михайлова. http://www.iss-atom.ru/ksenia/YI_t1/ch1_4.htm
9. Belisheva N.K., Lammer H., Biernat H.K., Vashenyuk V.E. The effects of cosmic rays on biological systems – an investigation during GLE events // *Astrophys. Space Sci. Trans.*, 8, 7–17, 2012 www.astrophys-space-sci-trans.net/8/7/2012/doi:10.5194/astra-8-7-2012
10. Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. BEIR V. Committee on Biological Effects of Ionizing Radiation. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. 1996. 436 p.
11. Sorensen J.H., B. Lauritzen, A. Baklanov, A. Mahura and T. Mikkelsen. NKS NordRisk. Atlas of long-range atmospheric dispersion and deposition of radionuclides from selected risk sites in the Northern Hemisphere. NKS-177 ISBN 978-87-7893-243-3 Electronic report, July 2008. P. 1-25

Гущин И.В., Никанов А.Н., Сюрин С.А.

ФГУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Кировск
gushin51@mail.ru

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ДОБЫЧУ И ПЕРЕРАБОТКУ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД**

Известно, что добыча рудного сырья и производство цветных металлов относятся к отраслям экономики с вредными условиями труда, создающими повышенный риск развития профессиональных заболеваний (ПЗ). Кроме того, состояние здоровья работников цветной металлургии в значительной степени определяется климатическими и географическими факторами, потенцирующими воздействие неблагоприятной производственной среды.

Цель исследования заключалась в оценке рисков здоровью, связанных с воздействием вредных производственно-климатических и социальных факторов у работников предприятий цветной металлургии Кольского Заполярья.

Материалы и методы. Анализ профессиональной заболеваемости проведен по данным архива НИЛ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (г.Кировск, Мурманская область) за период с 1970 по 2012 год. При статистической обработке материалов использованы программы Microsoft Excel 2007 и Epi Info, v. 6.04d. Определялись t-критерий Стьюдента для независимых выборок, относительный риск (ОР) и его 95% доверительный интервал (ДИ).

Результаты исследований. В архивных материалах обнаружены сведения о 1469 случаях впервые выявленных профессиональных заболеваниях у 886 работников медно-никелевой промышленности, в их числе 359 горняков медно-никелевых рудников и 9 работников обогатительной фабрики. В пирометаллургическом, гидрометаллургическом и карбонильном переделах никеля были заняты соответственно 217, 176 и 43 чел.; в пирометаллургическом и электролизном производстве меди - соответственно 59 и 9 человек. Показатели распространенности профессиональных заболеваний у работников вспомогательных цехов (n=14) использованы в качестве контрольного уровня для работников основных производств.

Наименьший риск развития профессиональных заболеваний был зафиксирован у работников обогатительной фабрики (ОР=1.34; ДИ 0.74-4.09; $p=0.5073493$) и электролизного передела меди (ОР=1.74; ДИ 0.74-4.09; $p=0.2032785$), которые не превышали уровень контроля. У остальных групп работников риск формирования профессиональных заболеваний существенно выше контрольного: пирометаллургический передел меди (ОР=5.92; ДИ 3.34-10.51; $p<0.0000001$), электролизный передел никеля (ОР=6.38; ДИ 3.73-10.93; $p<0.0000001$), пирометаллургический передел никеля (ОР=6.46; ДИ 3.79-11.02; $p<0.0000013$), добыча медно-никелевой руды (ОР=6.69; ДИ 3.94-11.34; $p<0.0000001$), карбонильный передел никеля (ОР=8.53; ДИ 4.74-15.36; $p<0.0000001$). Среди горняков риск развития профессиональных заболеваний был выше у проходчиков: ОР=7.46; ДИ 6.01-9.26; $\chi^2=134.64$; $p=0.0000001$. У плавильщиков никелевого производства риск развития ПЗ составил 1.98 (ДИ 1.51-2.59; $p=0.0000019$), а медного производства – 2.94 (ДИ 1.75-4.96; $p=0.0000512$). При электролизном переделе никеля максимальный риск формирования производственных заболеваний отмечался у электролизников: ОР=1.60; ДИ 1.16-2.20; $p=0.0045905$.

Холод является одним из основных стрессовых климатических факторов для людей, работающих на Крайнем Севере. В условиях охлаждающего климата ингаляционное поступление в организм вредных веществ увеличивается до полутора - двух раз. Так, риск развития нарушений здоровья (прежде всего, заболеваний органов дыхания) при сочетанном воздействии холода и диоксида серы значительно выше, чем при воздействии только охлаждения такой же интенсивности (ОР=13.04; ДИ 6.29-27.06; $p<0.0000001$) или воздействии только диоксида серы такой же концентрации (ОР=2.44; ДИ 1.54-3.85; $p<0.0000693$). В охлаждающем микроклимате рабочих мест вредное действие диоксида серы обнаруживается при его содержании в воздухе в 3-10 раз ниже ПДК.

Из вредных социальных факторов наибольшее значение имеет курение. Среди курильщиков было выявлено меньше здоровых лиц ($p<0.0001$) и зафиксировано больше лиц группы риска развития хронических бронхолегочных заболеваний ($p<0.0001$), а также больных хроническим бронхитом ($p<0.0001$) и хронической обструктивной болезнью легких ($p<0.05$). Курящие работники подвергались повышенному риску развития двух этих заболеваний: ОР=5.30; ДИ 2.94-9.55; $p=0.0000001$ и ОР=10.20; ДИ 2.35-44.33; $p=0.0001118$ соответственно.

Установлено, что роль неумеренного употребления алкоголя и ожирения в развитии нарушений здоровья существенно меньше, чем курения. Однако в сочетании с курением эти факторы значительно усиливали его негативное воздействие, повышая риск развития хронического бронхита (ОР=2.26; ДИ 1.48-3.46; $p=0.0002875$) и хронической обструктивной болезни легких (ОР=3.73; ДИ 1.71-8.13; $\chi^2=11.9$; $p=0.0005558$).

Заключение

Таким образом, выполненные исследования показывают, что повышенный риск формирования нарушений здоровья у работников медно-никелевой промышленности Кольского Заполярья связан с комплексным воздействием вредных производственных, климатических и социальных факторов. Оценка степени рисков и последующее управление ими должны быть важным элементом в системе мер, направленных на профилактику развития профессиональных заболеваний.

Дидык В.В.¹, Исаева Л.Г.²

¹*Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского НЦ РАН, г. Апатиты*

²*Институт промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты*

didyk@iep.kolasc.net.ru

О МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОЕКТЕ ПО ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АРКТИКЕ

В настоящее время имеет место новая волна инвестиций в горнодобывающую промышленность в скандинавской части Баренцева Евро-Арктического региона, в т.ч. на Севере Норвегии. Регион богат минеральными ресурсами и интерес к их добыче стремительно растет. В Мурманской области традиционно добыча минеральных ресурсов занимает центральное место. Это обуславливает повышенный интерес скандинавских ученых к сравнительному исследованию различных аспектов взаимодействия горнодобывающей промышленности с эколого-социальными системами в Арктических условиях.

В 2014 году стартовал международный проект «The Arctic as a Mining Frontier: Sacrifice zones or sustainable landscapes? (ARCTICFRONT)» (Арктика как передовой рубеж горнодобычи: зона жертвоприношения или устойчивые ландшафты?), выполнение которого предполагается в течение 3-х лет. В проекте участвуют представители 3 стран (Норвегии, Дании и России) и 6 научно-исследовательских организаций: University of Nordland (UIN), Nordland Research Institute (NRI), Western Norway Research Institute (WNRI), Nordic Centre for Spatial Development (NORDREGIO), Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН и Институт промышленной экологии Севера КНЦ РАН. Координатором проекта является представитель Университета Нурланда (University of Nordland).

Проект направлен на выявление связей между развитием горнодобывающей деятельности, национальной экологической политикой и ценностью ландшафтов в отдельных исследуемых районах в России, Гренландии и Норвегии. Акцент будет сделан на то, как меры государственного регулирования на национальном, региональном и местном уровнях могут помочь в решении экологических проблем через включение ценностей экосистемных услуг, в расширенной трактовке данной концепции, в процесс принятия решений при реализации горнопромышленных проектов.

Теоретические основы данного исследовательского проекта включают работы по устойчивой добыче минеральных ресурсов, о том, как определить устойчивость и воздействие на окружающую среду горнодобывающей промышленности (Kirsch 2010). Процессы добычи минеральных ресурсов требуют вмешательства в природные ландшафты, а также приводят к загрязнению окружающей среды выбросами химических веществ в почву и водоемы (реки, озера и фьорды), и вызывают загрязнение воздуха. Кумулятивные и долгосрочные последствия горнодобывающих производств могут привести эти территории к опасности стать «зоной жертвоприношения» или «пожертвованной зоной» (sacrifice zone) (Fox, 1999). Как следствие, добыча потенциально ухудшает местные (в том числе для коренного населения) условия использования ландшафта населением для рекреационных целей, сбора дикорастущих, сельскохозяйственных и других нужд (Iakovleva, Bay-Larsen et al., 2012). Эти воздействия на социально-экологические системы делает горнодобывающую отрасль значимой для исследования управленческих решений, связанных с эксплуатацией или защитой минеральных и ландшафтных ценностей.

В реализации горнодобывающих проектов участвует большое количество заинтересованных сторон (стейкхолдеров – горнодобывающие компании, местные/ региональные бизнес-субъекты, собственники и т.д.). В процессе принятия решений немалая роль принадлежит также научным и экспертным организациям. Поэтому исследования в рамках проекта будут касаться вопросов взаимодействия основных стейкхолдеров (Hogl, Kvarda et al., 2012), а также таких аспектов как: 1) проблема участия заинтересованных сторон в принятии решений, 2) проблема координации политики и 3) интеграция науки и политики.

Этот проект будет стремиться применять две теоретические/концептуальные основы для оценки значения ландшафта в трех странах. Во-первых, будет применяться широкое понятие «ценности ландшафтов», включая экономические, культурные, социальные и биологические аспекты природы и природных ресурсов (Haukeland and Brandtzaeg, 2009; Førde and Magnussen, 2012). Во-вторых, проект будет также применять концепцию экосистемных услуг, понимаемых в широком смысле как «систем жизнеобеспечения – для человеческого рода и всех других форм жизни» (Corvalan, Hales et al., 2005; MEA 2006; Ring, Hansjürgens et al., 2010). Одна из целей исследования, таким образом, внести свой вклад в научные дискуссии относительно применимости этих двух теоретических концепций для анализа и решения природоохранных и социальных проблем горнодобывающих районов.

В проекте используются и анализируются в связи с горнодобывающей деятельностью такие понятия как «пожертвованные зоны» (*sacrifice zones*) и устойчивые ландшафты. Первые понимаются как разрушенные или поврежденные ландшафты, которые не подлежат восстановлению в обозримом будущем (Lerner, 2010; Scott, 2010; Fox, 1999; Bullard, 2001, 2011). В то время как устойчивые ландшафты это не нарушенные антропогенным воздействием территории, где экосистемы процветают и экосистемные услуги могут предоставляться в полном объеме.

На основе указанных теоретических подходов и концепций, проект предусматривает поиск ответов на следующие основные вопросы исследования:

1. Какие экосистемные услуги и ценности в широком смысле их значения находятся под угрозой в местных окрестностях горнодобывающих предприятий в исследуемых районах трех стран? В какой степени знания о экосистемных услугах и ценностях ландшафтов (экологических, социальных, культурных и экономических) включены в процессы принятия решений?
2. Каковы основные сходства и различия управленческого механизма (процедуры, актеры, правовое регулирование) при реализации горнодобывающего проекта в исследуемых странах?
3. Как различные формы знаний генерируются, передаются и включаются (или исключаются) в процесс принятия решений о приемлемых или неприемлемых уровнях деградации ландшафтных ценностей в анализируемых районах Арктического региона?

Сравнительный анализ объектов исследования (примеров) в Норвегии, России и Гренландии обеспечит возможность оценить различные формы ландшафтных ценностей, управленческих процедур принятия решений, законодательных параметров и практической реализации/интерпретации знаний. Исследуемые в проекте объекты горнодобывающей промышленности включают горнодобывающие участки с разной степенью зрелости: находящиеся в начальной стадии разработки; те, на которых добыча минерального сырья идет в течение многих десятилетий, а также такие которые планируется закрыть.

Исследования по проекту ARCTICFRONT организованы по рабочим пакетам (Work Packages - WP) с закрепленными исполнителями исследовательской группы. В каждом из пакетов будут изучаться проблемы, способствующие нахождению ответов на перечисленные выше общие вопросы исследования.

Первый пакет (WP1) посвящен теоретическим аспектам исследования и будет основан на изучении литературы и документов по исследуемой тематике, что обеспечит методологическую основу для последующих эмпирических исследований и сравнительного анализа их результатов.

Эмпирической части исследования посвящены три пакета (WP2-WP4).

В рамках WP2 предусматривается исследовать 2 кейса горнодобывающих проектов в губернии Финнмарк, Северная Норвегия. А именно, планирующийся проект добычи золота в муниципалитете Каутокейно, являющегося одним из центров саамской культуры и оленеводства, а также Медный рудник Nussir в муниципалитете Квалсунд.

Пакет WP3 посвящен исследованию двух кейсов на территории России. Исследовательская группа данного пакета, помимо российских участников проекта, включает также двух норвежских ученых, с которыми запланировано провести совместные полевые исследования. В качестве объектов исследования здесь определены, во-первых, деятельность горнопромышленного предприятия ОАО «Апатит». Во-вторых – горнопромышленные проекты, осуществляемые ЗАО «Северо-Западная фосфорная компания» (СЗФК). Оба объекта исследования находятся на территории муниципального образования город Кировск. Интерес для исследования, с учетом задач проекта, представляет тот факт, что в случае ОАО «Апатит» мы имеем дело с предприятием, которое является градообразующим для города Кировска и, в значительной степени, города Апатиты, осуществляя свою деятельность уже более 80 лет. Второй кейс – это недавно стартовавшие проекты по освоению месторождений апатит-нефелиновых руд «Олений ручей» и «Партамчорр», которые реализует ЗАО «СЗФК».

Особенность кейса с ЗАО «СЗФК» состоит в том, что реализация проектов освоения месторождений «Олений ручей» и «Партамчорр» осуществляется в непосредственной близости от планируемого первого в Мурманской области национального парка. Это обусловило достаточно острый конфликт между сторонниками защиты природы и представителями горнодобывающей компании. Хотя к настоящему времени сторонам конфликта удалось найти компромисс и процесс подготовки образования национального парка Хибины развивается по плану, для нашего исследовательского проекта представляет большой интерес анализ данной ситуации с позиций участия и роли в ней основных стейкхолдеров, эффективности функционирования связанных с ней формальных институтов. Результаты такого анализа, с учетом обобщений на основе межстрановых сопоставлений позволит сделать выводы о наиболее эффективных институциональных механизмах решения эколого-социальных проблем при реализации горнопромышленных проектов в Арктических условиях.

В пакете WP4 планируется исследовать два кейса южной части Гренландии: Нанорталик (в процессе закрытия) и возможно Нарсаг, где в настоящее время добычи нет. В процессе выполнения проекта должны выяснить, в какой степени деятельность горнодобывающих предприятий повлияла на местные общины и альтернативные способы использования экосистемных услуг, как и в какой степени, местными и национальными органами власти после закрытия шахты будут прилагаться усилия по восстановлению территории.

Промежуточные результаты исследовательского проекта «ARCTICFRONT» планируется публиковать в форме статей в научных журналах, представлять на научных и научно-практических конференциях, а на основе материалов по итогам исследования подготовить коллективную монографию.

В заключении необходимо отметить, что участие ИППЭС и ИЭП КНЦ РАН в представленном проекте является продолжением традиционного сотрудничества обоих институтов с норвежскими коллегами из Исследовательского института Нурланда и Университета Нурланда, которое началось в рамках ранее выполнявшихся проектов. Очевидно, что выполнение проекта «ARCTICFRONT» с более широким составом участвующих исследовательских организаций будет способствовать углублению международного научного сотрудничества наших институтов.

Литература

1. Bullard R.D. "It's Not Just, Pollution" Our Planet Magazine, A Special Issues on Poverty, Health, and the Environment, United Nations Environment Program (September, 2001).
2. Bullard Robert D. (2011), Book Review. Sacrifice Zones: The Front Lines of Toxic Chemical Exposure in the United States. 116 Environmental Health Perspectives, June 1.
3. Corvalan C., Hales S. et al. (2005). Ecosystems and human well-being: Health synthesis. Millenium Ecosystem Assessment. J. Sarukhan and A. Whyte. Geneva, World Health Organization.
4. Fox Julia (1999) Mountaintop Removal in West Virginia : An Environmental Sacrifice Zone Organization Environment June 1999 vol. 12 no. 2 163-183
5. Førde A. and T. Magnussen (2012). Når hundekjeksken tar over - opplevingar av stad gjennom landskap. Bygdeutviklingas paradoks. M. Bringslid. Bergen, Spartacus.
6. Haukeland P. I. and B. A. Brandtzæg (2009). Den brede verdiskapingen: et bærekraftig utviklingsperspektiv på natur- og kulturbasert verdiskaping. TF notat. Bø, Telemarksforskning. 20.
7. Hogl K., Kvarda E. et al. (2012). Environmental governance – the challenge of legitimacy and effectiveness. Cheltenham UK, Edward Elgar.
8. Iakovleva T., Bay-Larsen I. et al. (2012). "Entrepreneurship and Sustainability in Nature-based Tourism: The Role of Institutional Profiles in Northern Norway and Northwest Russia." Journal of Small Business & Entrepreneurship 25(4): 433-450.
9. Kirsch Stuart (2010) Sustainable Mining in Dialect Anthropol (2010) 34:87–93
10. Lerner Steve (2010): Sacrifice Zones: The Front Lines of Toxic Chemical Exposure in the United States Cambridge, MA: MIT Press, 2010.
11. MEA (2006). Millenium Ecosystem Assessment. Statement of the MA Board. <http://www.millenniumassessment.org/en/Products.BoardStatement.aspx>.
12. Ring I., B. Hansjürgens et al. (2010). "Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: the TEEB initiative". Current Opinion in Environmental Sustainability 2: 15-26.
13. Scott Rebecca R. (2010). Removing Mountains: Extracting Nature and Identity in the Appalachian Coalfields. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010.

Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Прокопьев Е.А.
Институт экономики Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
pdruzhinin@mail.ru, shkiperova@mail.ru, yosshi@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРИРОДЫ

В докладе из множества задач, относящихся к данной тематике, рассматриваются две: оценка влияния развития экономики региона на окружающую среду и оценка влияния климатических изменений на развитие отдельных секторов региональной экономики. По каждой задаче описываются предлагаемые модели, которые на основе имеющейся статистической информации позволяют получить количественные оценки за ретроспективный период, и строить прогнозы на перспективу. Для отдельных регионов Северо-Западного федерального округа проведено исследование взаимосвязи экономических и экологических показателей и выполнена идентификация моделей, описывающих это взаимодействие. Исследование влияния происходящих сейчас климатических изменений проведено на примере сельского хозяйства. Построены модели, позволяющие выявить влияние различных факторов, прежде всего температуры и осадков на урожайность различных сельскохозяйственных культур. Проведены расчеты на данных отдельных регионов Северо-Запада России. Исследование степени влияния данных факторов на экономику регионов и путей адаптации к ним выполняется по проекту № 12-22-18005a/Fin, который поддержан и финансируется РГНФ.

Предложенный для оценки влияния развития экономики на окружающую среду подход, связан с построением относительно простых моделей, понятных и имеющих определенный экологический и экономический смысл, расчеты по которым за ретроспективный период позволяют делать разумные выводы и способны привести к относительно небольшому количеству сценариев (Дружинин, Шкиперова, 2012). Данный подход в значительной степени основан на работах по теории производственных функций и развивает предложенные ранее (Глазырина, 2006; Лабузова, 2009; Моделирование ..., 2001). Основное достоинство предлагаемых двухфакторных и трехфакторных экологических инвестиционных функций, связывающих экономические и экологические показатели, состоит в том, что они позволяют исследовать динамику экологической эффективности инвестиций, анализировать влияние изменения структуры инвестиций и экономики и учесть возможность компенсации одного фактора другим. Было введено понятие нейтрального экологического прогресса, который отражает влияние структурных сдвигов и модернизации производства.

Исследование предложенных функций показало, что можно оценивать экологическое состояние территории в зависимости от различных факторов, отражающих развитие экономики. Были предложены новые виды зависимостей, отражающие связь экономических и экологических показателей. Их принципиальное отличие от традиционных моделей IPAT и STIRPAT – удобство для прогнозирования и возможность учета влияния новых факторов, прежде всего характеризующих природоохранную деятельность и модернизацию экономики (Dietz, Rosa, 1994; York, Rosa, Dietz, 2003; Martínez-Zarzoso, Maruotti, 2011). Были разработаны методика идентификации моделей и методика прогнозирования экологического состояния территории на основе построения сценариев политики федеральных и региональных властей (экономической, инвестиционной, структурной, инновационной и экологической).

Расчеты по предложенным функциям были проведены по данным РФ и регионов Северо-Западного федерального округа в целом и по отдельным видам деятельности по трем видам загрязнений – выбросам в атмосферу, сбросам сточных вод и образованию токсичных отходов (отходы потребления и производства I-IV классов опасности). Показано влияние модернизации на динамику экологических показателей, отражающих загрязнение окружающей среды. Были выведены формулы, определяющие воздействие изменений структуры экономики и проведены расчеты по оценке влияния структурных сдвигов в экономике на динамику загрязнений. Проведенные расчеты по выбросам в атмосферу и сбросам сточных вод показали невысокую эффективность

природоохранных инвестиций, основное влияние на снижение загрязнений оказали структурные сдвиги и модернизация экономики российских регионов.

На основе предварительного анализа данных было получено, что процесс образования опасных (токсичных) отходов хорошо описывает двухфакторная мультипликативная функция с нулевой степенью однородности и ненулевым нейтральным экологическим прогрессом. В результате расчетов при хороших статистических характеристиках было получено уравнение, которое показывает, что рост производства на 1% ведет к росту объема отходов на 0.79%, рост кумулятивных инвестиций в охрану природы на 1% ведет к уменьшению объема отходов на 0.79%, а структурные сдвиги в экономике и модернизация производства ежегодно способствуют уменьшению объема отходов на 1.5%.

Значит в отличие от отходов производства и потребления V класса опасности, которые образуются в основном при добыче полезных ископаемых, и за последние десять лет выросли примерно в полтора раза, объем опасных отходов уменьшается, несмотря на рост экономики. На макроуровне происходят структурные сдвиги, уменьшается доля секторов основных загрязнителей – промышленности и сельского хозяйства и растет доля рыночных услуг, в которых образуется очень мало опасных отходов. Особенно быстро растут финансовая деятельность, торговля и операции с недвижимостью. Но структурные сдвиги лишь частично объясняют происходящие изменения, несколько медленнее, но, тем не менее, растут строительство, обрабатывающая промышленность, транспорт и связь. Медленно, но растут сельское и рыбное хозяйство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Значит, изменения происходят и внутри данных секторов, в процессе модернизации вводится новое оборудование, новые технологии, и в результате образование опасных отходов уменьшается. На промышленных, сельскохозяйственных и других производствах происходит изменение технологий, что способствует уменьшению образования отходов или использованию их в производстве новой продукции.

В сельском и рыбном хозяйстве образуется много отходов, которые могут использоваться, например, для производства «зеленой энергии». В последние годы в сельском хозяйстве растет использование и обезвреживание отходов производства и потребления, причем доля неиспользованных и необезвреженных отходов с 2005 по 2012 гг. упала примерно в два раза.

В ходе исследований была осуществлена постановка задачи поиска оптимального распределения факторов и предложена методика ее решения для двухфакторных и трехфакторных функций. Были выделены сектора экономики РФ и северных регионов, существенно различающиеся по влиянию на окружающую среду и проведены расчеты функций загрязнения для них. Для выделенных секторов были проведены экспериментальные расчеты по определению оптимального распределения инвестиций.

Исследование влияния климатических изменений на развитие российских регионов проводилось в различных работах. Проведенные исследования последствий изменения климата показали, что наибольшее влияние ожидается в следующих секторах региональной экономики: сельское хозяйство, использование прибрежных ресурсов, энергетика, лесное хозяйство, туризм, рыбное хозяйство и водоснабжение.

Влияние климатических изменений на сельскохозяйственное производство в РФ, прежде всего на урожайность, исследовалось в работах С. Сиптица, С. Огнивцева, Ф. Ерешко, О. Сиротенко, Х. Абашиной, В. Павловой, И. Смирновой и других. Исследования, проводившиеся в ВЦ АН СССР, показали, что отклонения от сложившейся тенденции были ранее связаны именно с погодными аномалиями. Заметные климатические изменения последних лет способствовали росту количества исследований. Положительные сдвиги связаны с ростом продолжительности вегетационного периода и расширением зоны земледелия, а также косвенно может повлиять сокращение отопительного сезона и увеличение сроков навигации. Мягкие зимы способствуют повышению урожайности озимых, а при дальнейшем повышении температуры большее распространение могут получить такие теплолюбивые культуры, как подсолнечник. Соответственно могут снизиться затраты и увеличиться сельскохозяйственное производство, и по оценкам некоторых экспертов, РФ может получить прибавку до 0.6% роста ВВП.

В работах Ч. Чанга, О. Дечинеса, М. Гринстоуна, Р. Мендельсона, В. Нордхауса и Д. Шоу изучались доходы сельхозпроизводителей и урожайность различных культур на региональном уровне, для оценки изменения, которой рассматривались различные виды уравнений. Было показано, что влияние изменения средних по сезонам осадков и температуры значительно и нелинейно. Был отмечен положительный эффект замены одной культуры на другую, более урожайную, при повышении средней температуры в регионе. Исследования в других странах показали, что условия

для роста урожайности появляются в более северных регионах, в них возможен рост урожайности за счет улучшения климатических условий и смены культур на более урожайные и требовательные к теплу, в то же время в южных регионах условия ухудшаются.

В России по аналогии с результатами, полученными для американских регионов, выигрыш должны получить северные регионы, в частности регионы Северо-Западного федерального округа. Надо отметить, что по оценке О. Сиротенко и В. Павловой урожайность растет в большинстве регионов РФ, а сильнее всего на юге. Для исследования данного противоречия строится системное описание происходящих процессов, изучаются особенности развития региона, выделяются и описываются основные факторы, определяющие изменение показателей сельского хозяйства, прежде всего урожайности, собираются и анализируются данные по факторам и урожайности, строятся графики показателей, позволяющие выявить существующие зависимости.

После проведенного анализа данных разрабатываются модели, основу которых составляют регрессионные уравнения, в которых урожайность по регионам рассматривается в зависимости от выделенных факторов: климатических, агротехнических, социально-экономических характеристик, уровня менеджмента, технологического уровня и особенностей конкретной культуры. Уравнения урожайности по регионам строятся по временным рядам для одного региона или по регионам за один год. Рассматриваются линейные, мультипликативные и приростные уравнения.

Климатические характеристики были представлены в виде полиномов второй степени или модуля отклонений от оптимальных значений. В качестве климатических характеристик рассматриваются средняя температура, сумма активных температур и суммарные осадки за разные периоды (за год, за сезон, между уборками урожая, за июнь, за июль и за третью декаду июня). Из агротехнических показателей рассматривались внесение минеральных и органических удобрений на гектар посевов и площадь посевов. Социально-экономические показатели позволяют учитывать состояние сельского хозяйства региона (объем и динамика инвестиций в сельское хозяйство), уровень развития экономики регионов, динамику развития экономики регионов (ВРП в сопоставимых ценах) и некоторые другие особенности. Проблемой является учет почвенных характеристик для региона, почвенно-экологический индекс и другие показатели рассчитываются по локальным территориям и построить средний по региону показатель сложно. Также пока не исследовалось влияние изменения амплитуды колебаний температуры.

В докладе представлено исследование влияния различных факторов на урожайность основных культур, выращиваемых в регионах Северо-Западного федерального округа. Часть информации была получена из статистических справочников ФСГС и данных различных ведомств. Для расчетов использовалась также информация, собранная ВНИИГМИ-МЦД, институтами РАН и другими ведомствами.

Расчеты показали, что результаты для разных культур существенно различаются. Для зерновых климатические факторы не оказывают существенного влияния на урожайность в северных регионах. Для картофеля рост температуры (средней и активной) и снижение суммарных осадков являются основными факторами роста урожайности. Для овощей в северных регионах климатические факторы являются достаточно важными, существенно влияющими на урожайность. Но расчеты по разным видам зависимостей (линейные, мультипликативные и приростные уравнения) показали, что пророст урожайности не столь велик, как этого хотелось бы.

На основе проведенных расчетов можно сказать, что автоматического роста сельскохозяйственного производства не произойдет, ожидаемое потепление создаст потенциал для роста, для использования которого потребуются определенные усилия. Рост урожайности за счет потепления при сохранении традиционных культур будет незначителен, не превысит 10%. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям. Также оказать положительное влияние может изменение структуры посевных площадей, переход к позднеспелым и более урожайным сортам и к новым, более теплолюбивым культурам, что требует уже сейчас увеличения вложений в сельскохозяйственную науку. Для того чтобы использовать открывающиеся возможности, и минимизировать ожидаемые потери, необходима адаптация регионов к ожидаемым климатическим изменениям и ориентация сельскохозяйственной науки на адаптационные проекты.

Литература

1. Глазырина И.П. Исследование качества экономического роста в контексте концепции устойчивого развития // Экономика природопользования, 2006. № 4. С. 21-31.
2. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. Влияние развития экономики на окружающую среду // Труды Карельского НЦ РАН. Серия: Регион: экономика и управление, 2012. № 4. С. 106-114.

3. *Лабузова Е.С.* Экология и экономический рост: сибирские регионы в свете концепции экологической кривой Кузнеца // Региональная экономика: теория и практика, 2009. № 12. С. 60-62.
4. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона. Под ред. *Гурмана В.И., Рюминой Е.В.* М.: Наука, 2001. 175 с.
5. *Dietz T., Rosa E.A.* Rethinking the environmental impact of population, affluence and technology // Human Ecology Review. 1994. Vol. 1, P. 277–300.
6. *Martínez-Zarzoso I., Maruotti A.* The impact of urbanization on CO₂ emissions: Evidence from developing countries // Ecological Economics. 2011. Vol. 70, P. 1344–1353.
7. *York R., Rosa E.A., Dietz T.* STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts // Ecological Economics. 2003. Vol. 46 (3), P. 351–365.

Завадская Т.С., Белишева Н.К.

*Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Кольского НЦ РАН,
г. Анапты
green.myrtal@mail.ru*

ЗАВИСИМОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Проблему адаптации человека на Севере изучают не одно десятилетие, однако до сих пор данные о функциональных изменениях в организме в высоких широтах носят неоднозначный характер. Это связано с тем, что в высоких широтах состояние организма отличается высокой степенью чувствительности к отдельным и кооперативным эффектам факторов окружающей среды, которые не всегда можно учесть. Вместе с тем, было показано, что базовая, ежедневная модуляция функционального состояния организма в высоких широтах осуществляется посредством «дозового» соотношения интенсивности вариаций геомагнитного поля (ГМП) и космических лучей (КЛ). Причем, оказалось, что картина функционального состояния периферической крови в годы максимума солнечной активности (СА), сопряженного с высокой геомагнитной активностью (ГМА) и низкой интенсивностью КЛ, и в годы минимума СА, с обратной зависимостью между ГМА и КЛ, имеет разительные отличия, которые касаются не только количественного содержания форменных элементов крови, но также и характера связи показателей функционального состояния периферической крови с гелиогеофизическими агентами. Поскольку функциональное состояние периферической крови является индикатором физиологического состояния организма, то по изменению свойств крови в различные фазы цикла СА можно разработать подходы для прогнозирования трендов в заболеваемости населения на Севере.

В наших работах было показано, что в зависимости от фазы солнечной активности (СА) связь показателей функционального состояния организма с индексами геомагнитной активности (ГМА) и интенсивностью космических лучей (КЛ) может меняться на противоположную (Белишева, 2010; Мартынова и др., 2012). Причем, содержание форменных элементов в периферической крови в годы минимума и максимума СА существенно отличаются друг от друга (Петрашова и др., 2011). Исследование, выполненное в год с низкой СА показало, что функциональное состояние периферической крови человека в Заполярье модулируется вариациями гелиогеофизических агентов, адаптация к действию которых приводит к сдвигам гомеостаза, сопряженных с возрастанием риска сердечнососудистых осложнений у здоровых людей в молодом возрасте (Завадская, Белишева, Калашникова, 2012). В данном исследовании проведен сравнительный анализ характера связи между функциональными показателями состояния организма в различные фазы СА и выявлены особенности связи этих показателей с вариациями геокосмических агентов.

Исследование проводилось в 2010 г. и в 2012 г. на одной и той же группе здоровых испытуемых (7 и 12 человек, соответственно) с 20 по 30 декабря 2010 года и с 24 сентября по 18 октября 2012 г.

Данные о динамике функционального состояния периферической крови получали на основе ежесуточного клинического анализа, полученного с применением автоматического геманализатора ABACUS (JUNIOR B, 12 параметров, DIATRON, Австрия). Показатели периферической крови, измеряемые геманализатором, и значения нормы для каждого показателя приведены в таблице.

В качестве показателей функционального состояния оценивалось клеточное содержание в периферической крови, уровень адаптации (А), психоэмоциональное состояние (D), интегральный показатель состояния организма (ИПСО), средний интервал кардиоритма (R-R), индекс напряжения в системе регуляции сердечного ритма (ИН), которые были получены с применением аппаратного комплекса ОМЕГА-М. Для оценки связи функциональных показателей состояния организма с геокосмическими агентами были использованы солнечные данные (ftp://nssdcftp.gsfc.nasa.gov/spacecraft_data), скорость счета нейтронного монитора (станция нейтронного монитора ПГИ КНЦ РАН, Апатиты), а также данные по светимости лунного диска и расстояния от Луны до Земли (astrolab.ru). Кроме того, были использованы наземные данные, характеризующие геофизические агенты на широте проводимых исследований (Апатиты, 67.57°N, 33.4°E). Статистический анализ данных проводили с применением программного обеспечения Statistica 6.0.

Показатели периферической крови, измеряемые геманализатором,
и значения нормы для каждого показателя

Измеряемые показатели периферической крови	Норма
WBC ($10^9/l$) – (white blood cell count) - количество лейкоцитов	$4-9 \cdot 10^9/l$
RBC ($10^{12}/l$) - red blood cell count – количество эритроцитов	$3.5-4.5 \cdot 10^{12}/l$
HGB (g/l) - гемоглобин	130-150 г/л.
MCV (fl) - средний объем эритроцита, фемтолитры ($мкм^3$)	75-95 фл
HCT (%) – гематокрит	40-48%
MCH (pg) - среднее содержание гемоглобина в эритроците	27-34 pg
MCHC (g/l) - средняя концентрация гемоглобина в эритроците	330-370 г/л
RDWC (%) - ширина распределения эритроцитов	11.5-14.5%
PLT ($10^9/l$) - число тромбоцитов	$180-320 \cdot 10^9/l$
MPV (fl) - средний объем тромбоцита, фемтолитры ($мкм^3$)	8.9-9.5 фл
PCT (%) - тромбокрит	0.15-0.4%
PDWc (%) - ширина распределения тромбоцитов	1-20%

СА в 2010 г. в период проведения исследований характеризовалась низким числом пятен 10.00 ± 4.66 с минимальными и максимальными значениями 0.00-13.00. В 2012 г. СА значительно возросла: число пятен в исследуемый период составило 82.00 ± 25.60 при минимальных и максимальных значениях 37.00-121.00. Анализ степени сопряженности количественного состава форменных элементов периферической крови в 2010 г. выявил значимую связь между сегментоядерными нейтрофилами (СН) и лимфоцитами (ЛФ) ($r = -0.89$, $p < 0.05$), между СН и палочкоядерными нейтрофилами (ПЯН) ($r = -0.75$, $p < 0.05$), а также между базофилами (БФ) и эозинофилами (ЭФ) ($r = -0.89$, $p < 0.05$). Связь между содержанием клеток в крови и интегральными показателями состояния организма была найдена только между параметром А и ЛФ ($r = -0.69$, $p < 0.05$). Анализ связи между показателями состояния организма в 2012 г. обнаружил значимые связи между СН и ЛФ ($r = -0.55$, $p < 0.05$), ПЯН и ЭФ ($r = -0.55$, $p < 0.05$), БФ и ЭФ ($r = -0.57$, $p < 0.05$), БФ и моноцитами (МН) ($r = -0.41$, $p < 0.05$), ЛФ и МН ($r = -0.67$, $p < 0.05$), ЛФ и БФ ($r = -0.48$, $p < 0.05$). Кроме того, обнаружена связь между ЛФ, БФ и А ($r = 0.42$, $r = -0.41$, $p < 0.05$, соответственно); ПЯН и D ($r = -0.56$, $p < 0.05$), ПЯН и ИПСО ($r = -0.49$, $p < 0.05$); между ЭФ, ИПСО, R-R, и ИН ($r = -0.47$, $r = -0.43$, $r = 0.41$, $p < 0.05$, соответственно). Т.е. в 2012 г. с возрастанием СА связи между клеточным составом крови и интегральным состоянием организма становятся более жесткими, что свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма.

В 2010 г. содержание МН было отрицательно связано с СА (числа Вольфа), $r = -0.78$, $p < 0.05$, а число БФ возрастало с увеличением светимости диска Луны ($r = 0.69$, $p < 0.05$). ИПСО уменьшался с увеличением ГМА: связь с индексом PC(N) $r = -0.74$, $p < 0.05$, а ИН возрастал с возрастанием ГМА: связь с Кр, ар и PC(N) – индексами $r = 0.75$, $r = 0.70$, $r = 0.80$, $p < 0.05$, соответственно. Т.е. в 2010 г. возрастание ГМА сопровождалось снижением адаптации организма. В 2012 г. существенно возросло число связей между содержанием форменных элементов в крови, интегральными показателями состояния организма и показателями солнечной и геомагнитной активностью. Причем, возрастание ГМА сопровождалось повышением ЭФ, БФ (характерным для воспалительных и аллергенных

реакций), а также снижением показателей, характеризующих реакцию адаптации – снижением А, ИПСО, укорочением кардиоинтервала, и, следовательно, учащением пульса.

Таким образом, среднестатистические значения измеряемых показателей функционального состояния периферической крови показывают, что в здоровой группе испытуемых, проживающих в Заполярье, наблюдаются существенные сдвиги в системе гомеостаза. Эти сдвиги проявляются в виде умеренного эритроцитоза, возрастания гемоглобина, при снижении средней концентрации гемоглобина в эритроците, увеличении гетерогенности эритроцитов (ширина распределения эритроцитов), возрастании числа, объема, гетерогенности тромбоцитов (ширина распределения тромбоцитов) и в возрастании тромбокрита (т.е. объема цельной крови, которую занимают тромбоциты). Эти сдвиги гомеостаза характерны для гипоксии, сердечно-сосудистой недостаточности, увеличении вязкости крови, а, в случае возрастания эритроцитов и тромбоцитов – в возрастании вероятности их агрегации и риске тромбоза.

Таким образом, как при низкой, так и высокой СА, возрастание ГМА приводит к снижению ИПСО, однако при высокой СА детерминация внутрисистемных связей повышает уязвимость организма, что может привести к срыву адаптации.

Литература

1. Белишева Н.К., Мартынова А.А., Петрашова Д.А., Новикова Т.Б., Черноус С.А., Вашенюк Э.В., Григорьев В.Ф., Булдаков И.М., Виноградов А.Н. Зависимость психо-эмоционального состояния здоровых испытуемых от вариаций интенсивности космических лучей в условиях севера. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 75 летию Медицинской службы Северного флота. «Современное состояние медицинского обеспечения сил (войск) флота». Североморск, 24 марта, 2010. С. 94-95.
2. Завадская Т.С., Калашикова И.В. Зависимость функционального состояния периферической крови человека от вариаций гелиогеофизических агентов в условиях Заполярья // Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции: Адаптация человека на севере: медико-биологические аспекты. Архангельск, 2012. С. 90-93.
3. Мартынова А.А., Пряничников С.В., Петрашова Д.А., Завадская Т.С. Влияние природных источников смешанного излучения на физиологическое состояние горняков в высоких широтах // Медико-биологические эффекты действия радиации: Международная конференция, Москва, 10-11 апреля 2012 г. Тезисы докладов. М.: ФГУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2012. С. 62.
4. Петрашова Д.А., Белишева Н.К., Пелевина И.И., Мельник Н.А., Зользер Ф. Генотоксические эффекты в буккальном эпителии горняков, работающих в условиях облучения природными источниками излучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011.

Змеева О.В.

Центр гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН, г. Апатиты
zmeeva@rambler.ru

МИГРАНТЫ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА: ИДЕНТИЧНОСТЬ, АДАПТАЦИЯ, ИНТЕГРАЦИЯ

Любой мигрант, независимо от этнической принадлежности, половозрастных характеристик, видов деятельности испытывает сложности при переезде на новое место. Для одних это может быть столкновение с необычными или даже суровыми условиями (климатическими, бытовыми), а для других - сложности с «проникновением в местное сообщество». Если к природным условиям можно как-то приспособиться, и влияют на этот процесс больше психо-физиологические характеристики человека, то в отношении социальной адаптации многое зависит от уровня толерантности, конфликтности, установок старожильческого населения по отношению к приезжим. Соответственно, период адаптации новых жителей в каждом индивидуальном случае будет отличаться от других, на первый взгляд, похожих ситуаций.

Очевидно, что адаптация мигранта будет более лёгкой, если он быстро освоит социокультурные особенности региона. Но и в этом случае приезжий скорее попытается сохранить уникальные этнокультурные характеристики. Мигранты самим фактом своего переселения меняют

социокультурную ситуацию, так что и «местным» жителям приходится учитывать обстановку, изменившуюся в связи с миграционными процессами, приспосабливаться к ней.

Объектом нашего исследования стали мигранты – «кавказцы». Понятие «кавказцы» мы используем в соответствии с его употреблением в массовом дискурсе, в котором оно обозначает квазиэтническую общность, воспринимаемую в качестве цельной группы. Мигрантов-«кавказцев» мы относим к той категории переселенцев, представители которой приехали в конце XX в. – начале XXI в., т.е. преимущественно в постсоветский период, из бывших союзных республик. Тем не менее, мы обращаемся и к миграционному опыту представителей кавказских и закавказских этнических групп, переселившихся на Кольский полуостров в советский период.

В первое время после переезда на Кольский Север главной проблемой мигрантов становится привыкание к новым природно-климатическим условиям. «Холодно», «полгода зима», «солнце постоянно», «летом снег может идти», «фрукты не растут» – вот лишь небольшой перечень характеристик Заполярья. Даже жилищные проблемы в связи с необходимостью приспособления к природным условиям, по их суждениям, отступили на второй план.

Мужчины из категории переселенцев советского периода при переезде практически не испытывали сложностей языкового характера. Русский язык многие из них учили в армии. Проблемы с языком возникали, в основном, у женщин. Ситуация, касающаяся гендерных различий в использовании языка, сохраняет стабильность в семьях этнических мигрантов. Жены и дети «новых» мигрантов из Армении, Грузии, Азербайджана так же сталкиваются с проблемой незнания языка, как и переселенцы середины XX в. Отличие в том, что новые мигранты приезжают в сформировавшуюся языковую среду: на новом месте теперь уже много двуязычных земляков, свободно говорящих на титульном и на родном языке. Это значительно облегчает адаптацию, например, молодых переселенцев-азербайджанцев. Численность их земляков в северных городах достаточна для того, чтобы употребление материнского языка не ограничивалось семьями.

Принято считать, что адаптационный процесс занимает в среднем восемь-десять лет (Рыбаковский, 2003). Но даже длительное пребывание на новой территории не гарантирует того, что переселенец почувствует себя «своим»: «Для полноценной приживаемости должна была произойти хотя бы одна полная смена поколений. Лишь рожденные от мигрантов и выросшие здесь обеспечивали действительную сращиваемость с местной почвой» (Михайлов, 2005: 24). Важными являются установки мигрантов, которые влияют на сценарии поведения в принимающей среде. И.М. Кузнецов выделяет два основных сценария в зависимости от установки на длительность или временность проживания. Один из них прагматически-приспособительный, в его реализации не происходит существенных изменений в образцах поведения, культурных шаблонах и ценностных ориентациях. Другой вариант связан с установкой мигранта на длительность проживания в принимающей среде, и сущность его в том, «что на данном этапе происходит изменение внутренних структур социальных, культурных и психологических характеристик индивидов и групп» (Кузнецов 2006: 17).

К объективным факторам, влияющим на укоренение мигрантов можно отнести: длительность проживания; изменение культурной дистанции между ними и местным населением; особенности заселения территории (локально-исторический фактор). Необходимо учитывать и субъективные факторы адаптации: локальную самоидентификацию, установки мигрантов на временное или постоянное пребывание. Если принять во внимание позиции самих переселенцев, можно столкнуться не только с определенными категориями – мигрантами, старожилами, но и обнаружить маргинальные статусы, например, неукоренившиеся мигранты-старожилы и т.д. Важно, кто выступает субъектом определения (и самоопределения) статуса. Так, «старожилы» г.Апатиты в то же время могут являться «новоселами» на Кольском п-ове и одновременно «мигрантами», если рассматривать их с позиции «коренного населения» или в индивидуально-биографической проекции. Когда речь идет о городском населении территории, интенсивно заселявшейся на протяжении времени менее века, неформальные территориальные статусы жителей оказываются более чем проблематичными.

Необходимо учитывать также социально-психологический фактор: утрату привязанности к родным местам, утрату родственных связей. Для мигрантов факт наличия родственников на Севере считается определяющим для переезда, последствиями которого становится воссоединение родственных контактов. Успевшие адаптироваться на севере земляки – мигранты советского периода – не отказываются от помощи новым мигрантам, по крайней мере, в начальный период их проживания. Кроме родственных связей сильны дружеские, партнерские отношения.

При всей адаптированности и привязанности к данной территории у местных жителей сохраняются установки на временное пребывание на Севере, многие из них не исключают возможности покинуть Мурманскую область. Неокончательная укорененность значительной части местного населения, по нашему предположению, является одной из причин достаточно толерантного отношения к приезжим. Наличие миграционных установок сближает переселенцев советского времени и новых мигрантов. «Местные» не осознают себя «коренными», не предъявляют исключительных прав на территорию. Городское население Кольского Севера представляет особое северное сообщество: они относительно спокойно реагируют на новоселов, независимо от этнической принадлежности последних и того региона, откуда они приехали (Разумова, Змеева, 2007: 44-46). Кроме того, сохраняется устойчивая связь жителей заполярных городов с малой родиной, включенность в родственные сети. И, наконец, население области на протяжении XX в. увеличилось исключительно за счет приезжих. Доля мигрантов в Мурманской области и в начале XXI в. продолжает превышать долю уроженцев, составляя 56.8% (Дмитриев, 2007: 36). Осознание неустойчивого статуса («временный житель») может быть связано со спокойным отношением к новым мигрантским волнам, вне зависимости от этнической принадлежности приезжих.

На Севере этническая идентичность менее актуальна, у мигрантов нередко происходит переход от этнической к локальной или региональной идентичности, тогда как в более южных регионах, наоборот, если обобщить мнения информантов, четче этнические противопоставления. Результатом является относительно легкая адаптация переселенцев в северных регионах (Сулейманова, 2008).

Можно предположить, что процессы адаптации имеют региональную специфику. Осознание отсутствия (сглаженности) межэтнических проблем становится важным показателем стабильности региона и условий для быстрой адаптации новых мигрантов, несмотря на экстремальные природные условия (Разумова, 2005).

Новые мигранты не всегда интегрируются в существующую социальную структуру, воспринимаются чужими в сфере занятости и противопоставляются «местным» в категориях «торговля» – «производство». Устойчива ассоциация «кавказцев» с «лентяями», людьми, не привыкшими к работе. *«Никто ничего не делает – все торгуют»*. Весьма примечательное противопоставление и характерное для русской традиционной культуры. Оно основано на представлении, что торговля – не труд, а способ нажиться на тех, кто трудится. В связи с этим интересны представления о богатстве «кавказцев», которые ничего не предпринимают, но у них всегда есть деньги.

Таким образом, «кавказцы» принадлежат к особому социальному пространству – предпринимательскому, а оно находится в оппозиции к другим – «производственному», «религиозному», «научному» и т.д. Естественно, люди, у которых ценятся предприимчивость, способность делать деньги «из ничего» большинством воспринимаются как «люди не их круга» и т.п.

В данной ситуации способность к быстрой адаптации новых мигрантов не является позитивным качеством. Новые мигранты не только заняли соответствующие экономические ниши, тем самым вполне включились в экономическое пространство региона и адаптировались к нему, но и создали самостоятельные объединения, сохраняющие уникальные особенности этнических групп. Сейчас в Заполярье нет необходимости в массовых заселениях, несмотря на недостаток «профессионалов» в северных регионах и их социальную деградацию. Экономика заполярных городов, как и раньше, ориентирована на промышленность, тем не менее, в новом столетии прежние социально-экономические механизмы миграционных процессов перестали действовать, в том числе и на Кольском Севере (так владельцы крупных предприятий приглашают специалистов для работы в узкоспециализированных отраслях из других регионов страны).

Существенным могло быть и то обстоятельство, что так называемые «кавказцы», переезжая на новые территории, способны быстро адаптироваться к непривычным для них условиям, обладают высокой степенью мобильности, занимают определённые, в том числе относительно высокодоходные, ниши в экономической сфере.

Адаптация в другой этнокультурной среде происходит значительно быстрее и легче, если задействованы механизмы взаимодействия с принимающим населением. Одним из вариантов успешной интеграции может быть развитие межэтнических отношений по схеме взаимодействия между полами. Одной из типовых адаптивных стратегий переселенцев и временных жителей становится «потребительное поведение» мигрантов в отношении принимающего населения (прежде всего, его женской части). Так, в африканских странах вплоть до конца XX в. у приезжих «азиатов» были так называемые «временные семьи», которые распадались, «когда появлялась возможность

выписать жену или невесту из «метрополии»» (Дятлов, 2006: 224-225). Интересны результаты исследования брачности представителей кавказских этнических групп г.Москвы, которое проводилось в начале 1990-х гг. (Фаис, 1997). В данной ситуации не столько важен факт наличия временной семьи (и собственно потребительского отношения к женщине), сколько представляют интерес мотивы, которые заставляют мигранта выбирать такой путь адаптации, и модели реализации этой стратегии.

Отличаются и адаптивные способности различных возрастных групп - высока адаптивность молодежи, что подтверждается на примере детей мигрантов. Очевидно, что кроме возраста, для младшего поколения стимулирующим фактором адаптации является внутрисемейная культурная политика родителей. Как правило, родители помогают детям избежать трудностей, с которыми столкнулись сами. Следствиями становится этнический и культурный сдвиг подрастающего поколения, трансформация идентичности у детей, более плотно включённых в культуру «местных», чем их родители. Детям легче менять этничность и манипулировать ею, ситуативно используя ту, которая более удобна в конкретном случае.

Разные поколения по-разному приспосабливаются к новым условиям. При этом мнения «детей» совпадают с родительскими, когда те оценивают своих родителей. Каждое поколение считает своих родителей менее адаптированными и менее способными к адаптации, по сравнению с собственным поколением.

В заключение отметим, что на сохранение этничности и успешность адаптации мигрантов в исследуемом регионе влияет множество обстоятельств. Следует учитывать личностные и семейные особенности, которые в той или иной степени отражаются на изменениях этничности. Невозможно выделить какой-либо основной фактор, непосредственно влияющий на трансформацию этнической идентичности, скорее, стоит рассматривать их совокупность, которая в каждом случае выступает в особой конфигурации.

Об адаптации кавказцев свидетельствуют только косвенные признаки, среди которых можно назвать время проживания, взаимодействие с местным населением, общение на русском языке вне семейных и родственных контактов, отсутствие этнических конфликтов в области, рождение детей и т.д. Женщины адаптируются в процессе «вторичной социализации», приобретая профессию, обучаясь языку, взаимодействуя с местными жителями. Для мужчины в качестве одного из вариантов включения в местное сообщество может быть женитьба на русской (или местной) женщине.

На адаптацию мигрантов влияет специфика малых городов, в которых высока плотность социальных связей и практически невозможна анклавизация. Кроме того, малые индустриальные города Заполярья – это «социалистические города», которые создавались как «многонациональные», усилиями приезжих из разных регионов бывшего СССР.

В целом, исследование выявило высокую степень индивидуализации адаптационных практик на уровне малых социальных и этнических групп (прежде всего, семей) при общей направленности адаптационного процесса (трансформация этничности, отказ от материнского языка).

Литература

1. *Дмитриев А.В.* Миграция: конфликтное измерение, М.: Альфа, 2007. 416 с.
2. *Дятлов В.И.* Торгаши, чужаки или посланные богом? (симбиоз, конфликт, интеграция в странах Арабского Востока и Тропической Африки). М., 2006. 256 с.
3. *Кузнецов И.М.* Адаптационные стратегии мигрантов в условиях мегаполиса (на примере г. Москвы). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата социологических наук. М., 2006. 23 с.
4. *Михайлов Е.И.* Развитие Европейского Севера России в XX веке: миграционный аспект // Живущие на Севере: вызов экстремальной среде. Сб. статей / Редколлегия: П.В. Фёдоров, Ю.П. Бардилёва, Е.И. Михайлов. Мурманск, 2005. С. 17-26.
5. *Разумова И.А.* «Экстремальность» как фактор локальной идентичности // Живущие на Севере: вызов экстремальной среде. Сб. статей / Редколлегия: П.В. Фёдоров, Ю.П. Бардилёва, Е.И. Михайлов. Мурманск, 2005. С. 91-95.
6. *Разумова И.А., Змеева О.В.* Город в Хибинах: «Культурная периферия» или «центр культуры» // Рябининские чтения: Материалы V научной конференции по изучению народной культуры Русского Севера / Отв. ред. Т.Г. Иванова. Петрозаводск: Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник «Кижи», 2007. С. 44-46.

7. Рыбаковский Л.Л. Миграция населения (вопросы теории). М.: Институт социально-политических исследований РАН, 2003. 240 с.
8. Сулейманова О.А. Территориальная и локальная идентичность индивида на фоне родственных связей (на примере жителей Кольского Севера) // Население Кольского Севера в период социальных трансформаций: проблемы и практики культурной адаптации. Апатиты: КНЦ РАН, 2008. С.181-191.
9. Фаис О.Д. Проблема брачности представителей некоторых этнических групп населения Москвы (1992-1994 гг.) // Семья, гендер, культура. М., 1997. С. 146-151.

Иванова Л.В.

*Институт экономических проблем Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
ivanova@ier.kolasc.net.ru*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА В РЕГИОНАХ ПРИ ПОМОЩИ РЕЙТИНГА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ

Лесам России принадлежит исключительное глобальное биосферное значение, поскольку они обеспечивают экологическую безопасность страны и планеты. Леса занимают почти половину территории Российской Федерации, являются возобновляемым природным ресурсом и отличаются значительным природным разнообразием. Леса относятся к одному из ключевых факторов социально-экономического развития страны, выполняют многочисленные средообразующие функции, обеспечивают сохранение благоприятной окружающей среды и повышение благосостояния граждан, а также обладают особой культурной и эстетической ценностью.

Одним из поворотных моментов в реформе лесного сектора, осуществляемой в России на протяжении последнего десятилетия, стало принятие нового Лесного кодекса, на основе которого лесной сектор работает с 2007 г. Согласно кодексу одним из наиболее значимых изменений в структуре управления лесного хозяйства стала передача целого ряда важных полномочий по управлению лесами на уровень регионов. Администрации регионов получили широкие полномочия в сфере использования лесов, их охраны, защиты и воспроизводства.

В современных социально-экономических условиях, а также в связи с увеличением рисков природных и техногенных катастроф существующие подходы к лесоуправлению требуют изменения. Современное управление лесами, уровень охраны, защиты и воспроизводства лесов должны соответствовать возросшим социальным, экологическим и экономическим требованиям. Для независимой оценки того, *насколько эффективно регионами выполняются полученные полномочия в сфере лесоуправления*, Национальное рейтинговое агентство (НРА) под эгидой Всемирного фонда дикой природы (WWF) и при поддержке Федерального агентства лесного хозяйства проводит рейтинг государственного управления лесами в субъектах Российской Федерации.

Рейтинг проводится путем анализа информации, доступной из открытых источников. Для рейтинга анализируются и сравниваются не только аспекты эффективности управления лесным хозяйством в их традиционном понимании, но и степень обеспечения экологической и социальной функций лесов, а также возможности обеспечения устойчивости управления лесами в долгосрочной перспективе. Именно поэтому требуется информация от различных органов власти регионального уровня, а не только отвечающих за управление лесами.

Главная цель рейтинга – проведение комплексной и независимой оценки управления лесами на региональном уровне для анализа экологической, социальной и экономической устойчивости лесоуправления в долгосрочных интересах граждан России.

Рейтинг направлен не только на оценку деятельности органов управления лесами, но и прежде всего на комплексную оценку государственного управления лесами, вне зависимости от ведомственной принадлежности лесов. Например, были учтены показатели развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ), целый ряд экономических показателей и показателей, связанных с правоприменением в лесном секторе.

Одна из задач рейтинга является привлечение внимания федеральных органов власти и широкой общественности к необходимости обеспечения устойчивого лесопользования и к существующим на региональном уровне проблемам лесного сектора для того, чтобы затем определить возможные пути их решения.

Перед проведением рейтинга были выделены целевые группы, включающие: федеральные и региональные власти; органы управления лесами, компании лесного сектора, инвесторов, агентства и фонды международного развития, крупные неправительственные организации и широкую общественность (1).

Суть методики расчета рейтинга заключается в определении результирующего показателя, который характеризует уровень лесопользования, статистическими и математическими методами, а также экспертными оценками.

Рейтинг проводится путем количественного и качественного анализа информации из открытых источников, а также на основе материалов анкетирования органов государственной власти в субъектах Российской Федерации. Однако, принимая во внимание неполноту данных, имеющихся на федеральном уровне и опасаясь искажения результатов рейтинга, WWF и НРА приняли решение обратиться напрямую к руководству регионов для получения объективной информации (2).

Для рейтинга анализируются и сравниваются не только аспекты эффективности управления лесным хозяйством в их традиционном понимании, но и степень обеспечения экологической и социальной функций лесов, а также возможности обеспечения устойчивости управления лесами в долгосрочной перспективе. Именно поэтому требуется информация от различных органов власти регионального уровня, а не только отвечающих за управление лесами.

Рейтинг проводится двумя методами:

- анализ информации, доступной из открытых источников и статистической информации;
- анкетирование органов управления лесами в субъектах Российской Федерации.

Рейтинг рассчитывается как в целом, так и по отдельным группам показателей. На основании изучения собранных материалов региону присваивается рейтинг А (качество лесопользования выше среднего), В (среднее качество лесопользования) или С (качество лесопользования ниже среднего) (3).

Первый рейтинг качества государственного управления лесами в субъектах Российской Федерации был осуществлен НРА в 2010 году по данным за 2009 год. В первом рейтинге 2010 года использовались 38 показателей, характеризующих следующие экономические, экологические и социальные аспекты устойчивости управления лесами:

1. Организация лесопользования и лесопользования;
2. Правоприменение в лесном секторе;
3. Обеспечение качества лесных ресурсов и жизнеспособности лесов;
4. Экономическая эффективность управления лесами;
5. Обеспечение экологической устойчивости управления лесами;
6. Участие общественности в управлении лесами.

В рейтинге участвовали 77 субъектов Российской Федерации (3). Полученные результаты позволили сделать выводы об общем состоянии государственного управления в целом по каждому региону, а также о состоянии управления по основным группам показателей. Вторым рейтингом лесопользования был проведен в 2011 г. В нем приняли участие 78 регионов, на один регион больше, чем в предыдущем (4). В январе 2014 года стали известны результаты третьего рейтинга, в котором участвовали 77 регионов (5).

Перед проведением очередного рейтинга список критериев корректируется, в том числе, с учетом пожеланий представителей самих региональных органов управления лесами по результатам предыдущего рейтинга. Например, в состав критериев оценки рейтинга 2011 года был добавлен критерий эффективности защиты лесов от пожаров (в связи с аномальной пожароопасной ситуацией, сложившейся в 2010 г.). Для составления рейтинга 2013 года исследователи запросили у регионов данные за 2012 г. по 63 параметрам – о площади разных видов лесов, о пожарах, о новых посадках, о рубках ухода и незаконных рубках, об объеме заготовок древесины, передаче древесного топлива населению и даже о зарплатах лесников и количестве местного населения, трудоустроенного в лесном хозяйстве (5).

По результатам всех трех рейтингов Мурманская область явилась одним из регионов Северо-Западного федерального округа (СЗФО). В таблице 1 представлен рейтинг лесопользования в регионах СЗФО за 2010 и 2011 годы.

Сравнительный анализ представленных в таблице результатов рейтингов 2010 и 2011 годов дает основание подвергнуть сомнению их надежность. Например, по критерию «Правоприменение в лесном секторе» Калининградская область в 2010 году получила категорию А, а в 2011 году – категорию С. Новгородская область по критерию «Экологическая устойчивость управления лесами» перешла из категории С, в категорию А. Другими словами, согласно представленным данным, в

некоторых регионах ситуация за период проведения двух рейтингов не изменилась или изменилась незначительно, тогда как в других регионах произошли резкие изменения, причем в разных регионах по разным критериям, чему сложно найти объяснение. Таким образом, остается открытым вопрос о том, вызваны ли такие существенные изменения реальным изменением (улучшением или ухудшением) положения или причина в несовершенстве процедуры сбора информации для осуществления рейтинга.

Для получения сопоставимых результатов все субъекты Российской Федерации были разделены на четыре группы (кластера). Для их кластеризации использовался один основной показатель – лесистость, а также дополнительный показатель – степень освоения лесных ресурсов:

Кластер I (малолесные);

Кластер II (многолесные лесопромышленные);

Кластер III (среднелесные освоенные);

Кластер IV (малоосвоенные). Этот кластер включает нелесопромышленные субъекты с лесистостью 35–55%, в которых в силу суровых природных условий и низкой экономической доступности наблюдается низкий объем заготовки древесины с 1 га покрытых лесом земель. Сюда входят Магаданская область, Мурманская область, Республика Саха (Якутия), Республика Тыва, Камчатская область, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Результаты рейтинга Мурманской области в 2010 и 2011 годах в сравнении с другими регионами, вошедшими в кластер IV, представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы в этом кластере ни один из регионов ни по какому критерию не получил категорию С. Также здесь отсутствуют резкие различия между полученными категориями, полученные в двух первых рейтингах, как по регионам, так и по критериям оценки, которые имели место при сравнении рейтинга регионов СЗФО. Такое положение только подтверждает присущий рейтингованию элемент случайности. Каждый регион предоставлял информацию самостоятельно, что позволяет усомниться в единообразии подготовки и, соответственно, сопоставимости полученных данных. Можно предположить, что рейтинг фактически отражает не качество управления лесами в разных субъектах Российской Федерации, а состояние отчетности об управлении лесами – то есть равные показатели могут получить регионы, у которых и правда все хорошо, и регионы, которые в наибольшей степени скрывают проблемы и приукрашивают действительность. Все это говорит о необходимости дальнейшего совершенствования процедуры проведения рейтинга.

В целом можно сказать, что рейтинг показал, что независимая оценка качества управления лесами на уровне субъектов Российской Федерации весьма актуальна как для самих субъектов, так и для федеральных органов власти. Значимость рейтинга для региональных властей, в первую очередь, для органов управления лесами, характеризуется высокой степенью участия в рейтинге. При этом, хотя рейтинг свидетельствует о недостаточной надежности статистической информации по многим показателям, экологи признают, что с каждым годом чиновники становятся все более открытыми для взаимодействия и представляют им больше цифр.

Рейтинг открыт для критики и совершенствования. Безусловно, несмотря на предпринятые усилия, учтены не все возможные показатели. Отдельные показатели рейтинга могут, наоборот, быть избыточными и (или) не в полной мере характеризовать уровень управления лесами. Органы управления лесами зачастую не отслеживают экологическую и социальную составляющие, опираясь на данные об использовании древесины. Как отмечалось выше, вызывает сомнение статистическая информация о ряде показателей. Кроме того, не все показатели могут быть однозначно интерпретированы.

По всей вероятности, вопросы обеспечения высокого уровня лесопользования, устойчивости лесопользования и комплексного развития лесопромышленного комплекса преследуют долгосрочные интересы населения, что неразрывно связано с обеспечением экономической, экологической, и социальной устойчивости, и в современных условиях должны не относиться к ведению отдельных региональных ведомств, а быть в центре внимания руководителей регионов. В дальнейшем при рейтинговании необходимо предусмотреть шаги, направленные на более активное участие в этой работе руководителей субъектов Российской Федерации. Сведения, полученные в ходе подготовки и при обсуждении результатов рейтинга, должны послужить основой для дальнейших дискуссий не только о состоянии и будущем российских лесов и охраны природы, но и о важнейших вопросах устойчивого регионального развития. Эта работа будет способствовать также повышению уровня

информационной открытости, улучшению качества предоставляемых регионами данных о состоянии лесов нашей страны и качества ведения лесного хозяйства.

Неотъемлемой частью проекта является широкое обсуждение результатов рейтинга на семинарах регионального и федерального уровней с целью рассмотрения проблемных вопросов о совершенствовании управления лесами и самой методики рейтинга. *Рейтинги показывают необходимость проведения такой независимой оценки, которая позволяет самим регионам сравнить качество управления лесами с соседями, причём по вполне конкретным показателям, а федеральным органам – сделать важные выводы об уровне ведения лесного хозяйства в регионах.*

Таблица 1

Рейтинг лесоправления в регионах СЗФО

Регион	Общий рейтинг		Организация лесоправления и лесопользования		Правопри-менение в лесном секторе		Обеспечение качества лесных ресурсов и жизнеспособности лесов		Экономическая эффективность управления лесами		Экологическая устойчивость управления лесами		Участие общественности в управлении лесами	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Архангельская область и Ненецкий автономный округ	A	B	B	B	B	C	B	B	B	B	A	A	B	B
Вологодская область	A	A	A	A	C	B	A	C	A	A	B	B	B	A
Калининград-ская область	B	B	C	B	A	C	B	A	A	C	C	C	C	B
Республика Карелия*	B	-	C	-	C	-	A	-	A	-	A	-	C	-
Республика Коми	B	C	C	C	B	B	B	A	C	C	B	A	A	C
Ленинградская область	A	A	A	A	B	C	B	B	A	A	A	A	C	A
Мурманская область	A	A	A	A	B	A	A	A	B	B	A	A	B	A
Новгородская область	C	B	C	B	B	B	A	C	C	A	C	A	C	B
Псковская область	B	B	C	C	C	B	A	B	A	B	B	B	B	B

Примечание: *не принимала участие в рейтинге 2011 г.

Таблица 2

Сравнительный рейтинг по регионам кластера IV (малоосвоенные регионы)

Регион	Общий рейтинг		Организация лесоправления и лесопользования		Правоприменение в лесном секторе		Обеспечение качества лесных ресурсов и жизнеспособности лесов		Экономическая эффективность управления лесами		Экологическая устойчивость управления лесами		Участие общественности в управлении лесами	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Мурманская область	A	A	A	A	B	A	A	A	B	B	A	A	B	A
Республика Саха (Якутия)	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	B	A	B
Республика Тыва	B	A	B	A	A	A	B	B	A	B	A	A	B	A
Чукотский автономный округ*	B	B	B	B	B	B	A	B	A	A	B	B	B	B
Магаданская область	A	B	A	A	B	A	B	B	B	B	B	B	A	A
Ямало-Ненецкий автономный округ	A	A	A	A	B	B	A	A	B	A	B	A	B	B

Литература

1. Рейтинг государственного управления лесами: готовится пилотное исследование. Официальный сайт Всемирного фонда дикой природы (WWF). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/forestrating/rating2010/. Дата обращения 03.02.2014 г.
2. Рейтинг управления лесами. Официальный сайт Национального рейтингового агентства [Электронный ресурс]. Дата обращения 05.02.2014 г. Режим доступа: <http://www.ranational.ru/ratings/p-4acb36a4/>.
3. Рейтинг управления лесами 2010. Официальный сайт Всемирного фонда дикой природы (WWF). [Электронный ресурс]. Дата обращения 05.02.2014 г. Режим доступа: http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/forestrating/rating2011.
4. Рейтинг управления лесами 2011. Официальный сайт Всемирного фонда дикой природы (WWF). [Электронный ресурс]. Дата обращения 07.02.2014 г. Режим доступа: http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/forestrating/rating2011.
5. Рейтинг управления лесами 2013. Официальный сайт Всемирного фонда дикой природы (WWF). [Электронный ресурс]. Дата обращения 07.02.2014 г. Режим доступа: http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/forestrating/rating2013ю

Ключникова Е.М.

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
kem@inep.ksc.ru*

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕМ РЕГИОНЕ

Ресурсодобывающие регионы Российской Федерации – это регионы Севера и Арктической зоны, вносящие ощутимый вклад в экономическое благополучие страны. Функционирование социально-экономических систем в северных и, особенно, в арктических регионах подвержены повышенным рискам. Это экстремальные природно-климатические условия, очаговый характер освоения территорий, низкая устойчивость экологических систем (1), все это приводит к оттоку трудовых ресурсов (особенно высоко квалифицированных). Поэтому для обеспечения комфортной среды проживания, для поддержания конкурентоспособности северных городов органы местного самоуправления должны проводить соответствующую эколого-экономическую политику.

Для разработки эффективной эколого-экономической политики муниципалитеты должны обладать необходимыми компетенциями, иметь набор технологий ведения городского хозяйства, разработанных специально для северных и арктических условий. Разработка технологий адаптированных к северным, арктическим условиям должна стать прерогативой научных организаций во взаимодействии с органами местного самоуправления и местным бизнесом. Идея взаимодействия науки (университетов), структур власти и бизнеса с целью развития инновационной деятельности и нахождения новых подходов в решении проблем развития выражена в концепции тройной спирали разработанной Генри Ицковичем в 1990 годах (2). Согласно данной теории, внедрение инновационных решений будет наиболее успешно и эффективно при совместном сотрудничестве этих трёх основных элементов.

Основной задачей данной работы является выявление тех направлений научных исследований, которые необходимы для осуществления эффективной эколого-экономической политики на местном уровне в арктическом регионе (на примере Мурманской области). Для того чтобы их определить, необходимо выявить основные направления муниципальной эколого-экономической политики и принципы, на которых она должна базироваться.

Муниципальные образования являются неотъемлемой частью общегосударственной системы и, следовательно, существуют в рамках национального законодательства, национальной и региональной политики, политика муниципальных образований разрабатывается в контексте федеральных и региональных нормативных правовых документов.

Стратегия развития Мурманской области (3) к особым рискам для развития региона относит экологическую ситуацию, сформированную на протяжении десятилетий интенсивным несбалансированным природопользованием, а также усиление международно-правовых,

технологических и других ограничений устойчивого развития, ужесточение экологических стандартов и недоучет вероятных негативных последствий глобальных изменений климата.

Приоритетами государственной политики в сфере повышения уровня экологической безопасности и сохранения природной среды являются: стимулирование внедрения и использования экологически чистых и (или) энергосберегающих технологий, технологий, ориентированных на сокращение и вторичное использование отходов, сдерживание объемов антропогенной эмиссии парниковых газов; ликвидация накопленного загрязнения, оптимизация системы обращения с отходами; развитие системы экологического просвещения, образования и формирование экологической культуры; сохранение и развитие сети особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения; обеспечение охраны и рационального использования водных ресурсов; повышение эффективности охраны, защиты и воспроизводства лесов (3). Другим важным приоритетом является повышение благоустройства территорий муниципальных образований области, превращение их в "зеленые города".

Анализ российского законодательства, нормативно правовых документов ООН в сфере устойчивого развития и передового зарубежного опыта формирования экологической политики на местном уровне позволил выявить основные принципы и направления эколого-экономической политики городских округов в северном регионе РФ (таблица).

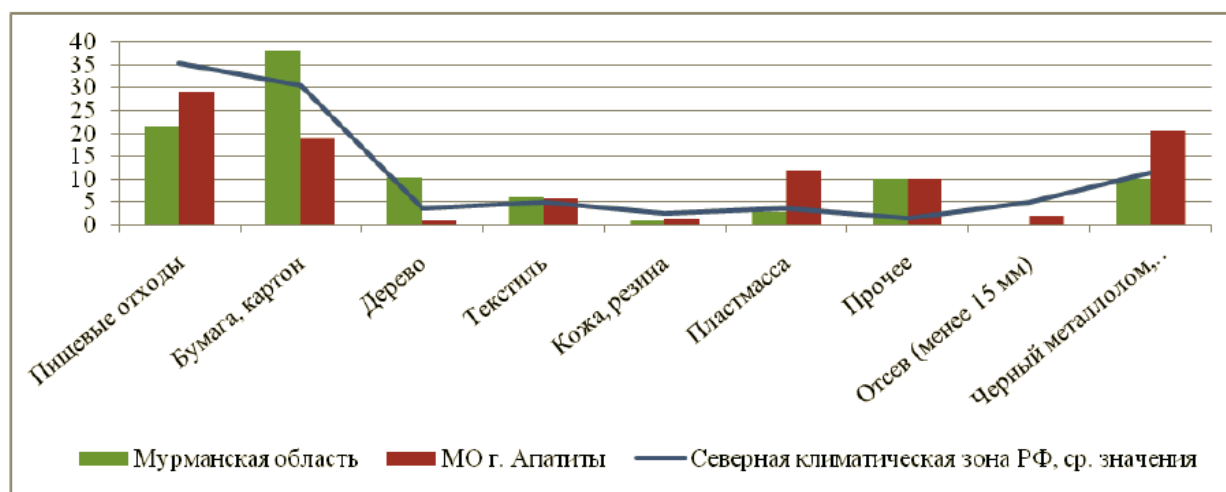
Основные принципы, цели и направления эколого-экономической политики городского округа в северном регионе Российской Федерации (по 4)

Принципы	Цели	Направления
1) последовательность и согласованность действий при достижении целей развития; 2) стремление к поиску и реализации решений повышающих энергоэффективность систем жизнеобеспечения и экономики города; 3) приоритет сохранения природной среды при планировании и ведении хозяйственной деятельности; 4) обеспечение консенсуса при принятии решений в сфере развития и широкого участия в мероприятиях по достижению поставленных целей	1) сдерживание процесса изменения климата; 2) улучшение здоровья людей; 3) ответственное управление природными ресурсами и отходами; 4) сохранение экосистем и биоразнообразия; 5) социальная включенность	1) управление отходами; 2) обеспечение благоустройства территорий; 3) сохранение естественных экосистем и биоразнообразия; 4) экологическое образование, пропаганда, вовлечение населения, университетов, исследовательских центров и местного бизнеса в решение проблем развития

Для выявления научных задач, которые необходимо решить для организации научного обеспечения эколого-экономической политики на местном уровне необходимо выявить проблемы, встающие пред муниципальными образованияами при достижении поставленных целей. Разберем алгоритм выявления проблем и постановки научных задач на примере такого важного направления муниципальной политики как управление отходами.

Стратегия развития Мурманской области ставит задачу по увеличению доли использованных или обезвреженных отходов до 26% к 2020 (2). Морфологический состав отходов (рисунок) позволяет сделать вывод, что для достижения целевых показателей необходимо в первую очередь работать с такими группами отходов, как пищевые отходы, бумага, картон, металл и пластик, которые составляют до 70% всех коммунальных отходов по Мурманской области.

Использование отходов подразумевает вторичную переработку традиционных видов: картон (бумага), металлы и стекло. Развиваются технологии по переработке пластика. В Мурманской области не существует регионального рынка сбыта вторичных ресурсов (4), следовательно, их использование будет ограничено рентабельностью сбора и транспортировки отходов к месту перевозки. На эти параметры ни региональные, ни тем более местные власти не могут оказывать влияния.



Морфологический состав отходов (по 5)

Обезвреживание отходов подразумевает понижение класса их опасности до неопасного V-го класса. Наиболее перспективным с экономической точки зрения является компостирование органических отходов (пищевые отходы, садовые отходы) с получением высококачественного компоста и биогаза. Такая технология разработана и применяется в настоящее время во многих странах. Например, норвежская компания Линдум применяет метод компостирования в «биоклетках» (земляные траншеи, имеющие определенные параметры), пропагандируя его как наименее затратный и наиболее экономически выгодный метод (6). Для использования вышеназванного подхода на территории Мурманской области необходимо адаптировать существующие технологии компостирования для арктических условий.

Таким образом, для достижения запланированных целевых показателей по доли обезвреженных или использованных отходов в Мурманской области необходимо разработать адаптированные для арктического климата технологии компостирования органических отходов (пищевые и садовые (дерево) отходы), доля которых составляет около 30%.

Вышеописанный алгоритм выявления научных проблем, которые необходимо решить для достижения поставленных Правительством РФ целей по интенсификации социально-экономического развития арктических ресурсодобывающих регионов, может быть использован для всех сторон муниципальной политики. Такой подход приведет к имплементации модели тройной спирали и переходу экономики на инновационный путь развития.

Литература

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020. Утверждена Президентом РФ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» / Версия Проф.
2. *Генри Ицкович*. Тройная спираль. Университеты - предприятия - государство. Инновации в действии / Генри Ицкович; пер. с англ. под ред. *А.Ф. Уварова*. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. 238 с.
3. Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 и на период до 2025. Постановление Правительства Мурманской области от 25.12.2013. N 768-ПП/20. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» / Мурманская область.
4. *Ключникова Е.М.* Эколого-экономическая политика устойчивого развития северного городского округа : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Е.М. Ключникова. Мурманск, 2013. 194 с.
5. Программа комплексной модернизации коммунальной инфраструктуры города Апатиты. Решение Совета депутатов города Апатиты от 27.03.2012. № 548. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» / Мурманская область.
6. По материалам сайта компании Линдум. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://lindum.no/>

ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗМА ЖИТЕЛЕЙ Г. МАГАДАНА ИЗ ЧИСЛА КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА

В 1925-1926 годах 26 народностей Севера Европейской и Азиатской частей СССР были выделены в особую группу так называемых «малых народов Севера» усилиями сотрудников Комитета Севера для оказания им помощи в экономическом и культурном развитии. Сейчас их определяют как «народы, проживающие на территориях проживания своих предков, сохраняющие самобытный уклад жизни, насчитывающие в России менее 50 тыс. человек и осознающие себя самостоятельными этническими общностями». В настоящее время в единый перечень коренных малочисленных народов России вошли всего 45 коренных малочисленных народа РФ из 65 выделяемых в официальной статистике, общей численностью свыше 500 тыс. человек, из которых 13 народов насчитывают от 100 до 1 тыс. человек (Феденок, 2006). На территории Магаданской области коренные малочисленные народы Севера (КМНС) обособленно продолжают проживать только в нескольких отдаленных поселках, например, Северо-Эвенского или Ольского районов, а в большинстве своем относительно равномерно распространены среди пришлого населения и уроженцев из числа европеоидов в областном центре и крупных поселках. По данным переписи населения 2010 г. в Магаданской области зарегистрировано 4841 аборигенов (КМНС): эвены – 2635 чел., коряки – 900 чел., ительмены – 613 чел., чукчи – 285 чел., камчадалы – 280 чел., юкагиры – 71 чел., чуванцы – 57 чел., что составило 3.19% из числа лиц, указавших соответствующую национальность.

Кризисное состояние традиционных видов хозяйственной деятельности в результате интенсивного промышленного освоения природных ресурсов северных территорий, их низкая конкурентоспособность, обусловленная малыми объемами производства, высокими транспортными издержками, отсутствием современных предприятий и технологий по комплексной переработке сырья и биологических ресурсов, в последние десятилетия привело КМНС к непригодности их традиционного образа жизни к современным экономическим условиям и, в результате, к развитию целого ряда заболеваний и патологий среди представителей малочисленных народов Севера. Более 20 лет разрыв между смертностью коренных северян и смертностью всего населения страны не сокращается. Продолжительность жизни КМНС намного меньше таковой среди населения России и коренного населения зарубежного Севера. Так, если у инуитов – коренного населения Гренландии до 60 лет доживают почти три четверти мужчин (74%) и более 80% женщин, то среди КМНС России – чуть более трети мужчин (37%) и менее двух третей женщин (62.2%) (Ревич, 2009).

Одним из условий поддержания высоких функциональных резервов организма в экстремальных условиях Севера является адекватное потребностям поступление и достаточное содержание в организме человека нутриентов. Многолетняя ассимиляция и метисация КМНС обусловили сбой успешной адаптации к действию естественных северных биогеохимических факторов и приблизили их адаптационный потенциал к жителям Севера из числа европеоидов. Мониторинговые исследования морфофизиологических и психологических 45 показателей в группе у детей и подростков коренных народов и в группе уроженцев-европеоидов 1-3 поколения (укорененные лица) показало сближение изучаемых показателей в сопоставимых группах. Установленные данные свидетельствуют о формировании конвергентного типа адаптации, и в основе этих процессов, лежат явления метисации, изменение традиционного образа жизни и переход на питание, рацион которого характерен для городских жителей с преобладанием углеводной компоненты (Максимов, 2012).

В настоящее время состояние здоровья детей, подростков и студенческой молодежи в РФ вызывает особую тревогу. Воздействие на организм большой эмоциональной и информационной нагрузки, высокой интенсивности обучения усугубляется особыми биогеохимическими условиями северных территорий: бедностью минеральной составляющей природных питьевых вод, ограниченностью поступления в организм жизненно необходимых макро- и микроэлементов (МЭ) из свежих овощей и фруктов. Влияние биогеохимических параметров на формирование элементного профиля организма КМНС, живущих по образу и подобию жителей Магаданской области из числа европеоидов (пришлых или уроженцев) изучено крайне недостаточно, что определило цель

исследования: оценить особенности содержания МЭ в организм юношей и девушек из числа КМНС, родившихся и проживающих на территории Магаданской области.

Методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргонной плазмой в АНО «Центр биотической медицины» (г.Москва) определяли содержание 25 МЭ в волосах студентов Центра народов Севера Северо-Восточного государственного университета (СВГУ) в возрасте от 17 до 25 лет. Обследуемые лица были разделены на 2 группы: 1 гр. – юноши и девушки из числа КМНС (эвены, коряки, чукчи), 2 гр. – европеоидные метисы – юноши и девушки, рожденные от национально-смешанных браков европеоидов с одним из родителей из числа КМНС (эвены, коряки, чукчи, камчадалы, юкагиры, якуты, эскимосы, ительмены).

При изучении содержания МЭ в волосах выявлено, что среди студентов из 1 гр. у 73% девушек выявлен дефицит Са и Со, 55% – Zn и Mg, 46% – I. У 73% обследованных девушек отмечен избыток Р. У 93% юношей обнаружен дефицит Со и у 57% – избыток Р. Среди студентов из 2 гр. у 58% девушек обнаружен дефицит Са и I, 56% – Mg, 54% – Со и Cu. В волосах 42% обследованных обнаружен избыток Mn и P, 40% – Si. У 88% юношей выявлен дефицит I, 71% – Со, 53% – Mg, 47% – Са и Fe. В волосах 47% обследованных юношей выявлен избыток Р. Следует отметить, что повышение уровня концентраций ряда элементов часто указывает на усиленное выведение их из организма и может наблюдаться при нарушении межэлементных соотношений. В свою очередь, по ряду МЭ зафиксировано отклонение от референтных значений концентраций химических элементов (Скальный, 2003). В 1 гр. у девушек ниже нижней границы физиологической нормы оказались Al, Ca, Cd, Co, Pb, Se, во 2 гр. – Cd, Co, Cr, Pb, Se. Выше верхней границы нормы – концентрации Si у девушек и K у юношей в обеих исследованных группах.

Кроме того, выявлено, что между девушками и юношами есть половые отличия в содержании МЭ в волосах. Так, среди девушек и юношей 1 гр. достоверные отличия среди показателей встречались по 12 элементам, в то время как среди обследованных лиц 2 гр. по 13. Что касается достоверности отличий в содержании химических элементов в волосах КМНС и европеоидных метисов, то среди девушек отмечены достоверные различия по 7 элементам, а среди юношей – по 2.

Таким образом, несмотря на генетическую предрасположенность КМНС к особым биогеохимическим условиям Севера, при длительном проживании в современных социально-экономических условиях урбанизированных территорий, элементная система организма КМНС, наряду с элементной системой организма европеоидных метисов, приближается к элементной системе жителей Магаданской области из числа европеоидов и имеет характерные черты так называемого «северного типа» с глубоким дефицитом жизненно необходимых МЭ (50-90% от числа обследованных лиц): кальция, кобальта, магния, меди, цинка, йода (Степанова (Атласова), Луговая, 2012). Ввиду того, что хронический дефицит основных химических элементов в условиях северных регионов создает благодатную почву для развития дисфункций систем организма и широкого спектра патологий в целом, усугубляя тем самым процессы адаптации к условиям урбанизированных территорий, коррекция элементной системы молодых людей из числа КМНС и европеоидных метисов заслуживает не меньшего внимания, чем элементное благополучие представителей других этнических групп.

Литература

1. Максимов А.Л. Современные физиологические проблемы при конвергентном типе адаптации аборигенов и уроженцев Северо-Востока России // VII Сибирский съезд физиологов: мат-лы. Красноярск, 2012. С. 321-322.
2. Ревич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения Российского Севера // Экология человека, 2009. № 6. С. 11-16.
3. Скальный А.В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине, 2003. № 4 (1). С. 55-56.
4. Степанова Е.М. (Атласова Е.М.), Луговая Е.А. Характерные черты элементной системы жителей Северо-Востока России // Адаптация человека на Севере: медико-биологические аспекты: мат-лы всерос. молод. научн.-практ. конф. Архангельск, 2012. С. 301-304.
5. Феденок Ю.Н. Коренные малочисленные народы Севера: проблемы современного развития (Аналитический обзор) // Этнокультурные процессы в России на рубеже XX-XXI веков. М.: ИНИОН, 2006. С. 116-141.
6. Численность и размещение населения Магаданской области. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года: Часть 1. Магадан: Магаданстат, 2012. 36 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Известно, что важнейшее место в структуре факторов, формирующих здоровье человека в трудоспособном возрасте, принадлежит условиям труда. Особенно это касается работников горнорудного производства, чьи профессии связаны с интенсивным воздействием факторов рабочей среды и трудового процесса, обуславливающих высокий риск нарушений здоровья и травматизма. По данным Росстата, численность лиц с установленным в 2012 году профессиональным заболеванием составила 5319 чел. или 2.5 чел. на 10 тыс. занятых, из них 554 чел. (2.3 чел. на 10 тыс. занятых) в Северо-Западном округе. Причем в Мурманской области, уровень, установленный в 2012 г. профессиональных заболеваний, по данным Росстата превышает средний по России в 6.9 раз. Наибольшая численность лиц с установленным впервые в 2012 г. профессиональным заболеванием выявлена у обрабатывающих производств – 1995 человек и по добыче полезных ископаемых – 1745 чел. (Доклад Министерства труда и социальной защиты, 2012).

Специфические условия труда обуславливают у горняков опережающий рост заболеваний сердечнососудистой системы, развитие инфарктов миокарда, мозговых инсультов, внезапной смерти на рабочих местах, связанные с психо-эмоциональным стрессом (Гондарева, 2000). Помимо условий труда на здоровье и физиологическое состояние горняков оказывают влияние арктические условия проживания, характеризующиеся экстремальным проявлением геофизических и климатогеографических агентов (Сороко, 1985; Белишева и др., 2011).

Предварительные результаты по оценке функционального состояния организма горняков показали, что показатели психофизиологического состояния, характеризующие адаптивный потенциал горняков почти в 2 раза ниже по сравнению с контролем (Мартынова и др., 2011). Кроме того, найдены деструктивные изменения в клетках букального эпителия горняков, характеризующие токсическое воздействие производственной среды (Петрашова и др., 2011). В данном исследовании приведены результаты оценки функционального состояния организма работников горнорудного производства различных профессиональных и возрастных групп, имеющих разный стаж работы на производстве, а также показана связь состояния организма с условиями труда.

Материалы и методы. Исследование было выполнено (в рамках ежегодного проф. осмотра) на группе испытуемых мужского пола (231 чел.), работающих на горнорудном производстве в Мурманской области, в возрасте от 20 до 69 лет, со стажем работы от 0.6 до 42 лет. Все испытуемые были ознакомлены с целью и условиями исследования и дали на участие свое согласие. С учетом условий труда испытуемые были распределены по двум группам. В 1-ю группу (150 чел.) были включены рабочие, занятые на подземных работах, средний возраст по группе составил 40.09 ± 0.95 лет, стаж работы – 11.17 ± 0.95 лет. Во 2-ю группу (81 чел.) были включены работники горно-обогатительной фабрики, средний возраст – 45.5 ± 1.44 лет, стаж работы – 17.36 ± 1.5 лет. Контрольная группа была представлена мужчинами (79 чел.), не работающими на данном предприятии, средний возраст по группе составил 27.63 ± 0.35 лет, стаж от 0.5 до 40 лет.

Для оценки функционального состояния организма использовали программно-аппартный комплекс «Омега-М», предназначенный для диагностики вариабельности сердечного ритма (BCP) (Мартынова и др., 2011). Показателями функционального состояния организма служили: индекс напряжения регуляторных механизмов (IS); временные показатели BCP: SDNN (ms) – стандартное отклонение всех RR-интервалов, RMSSD (ms) – квадратный корень из средней суммы квадратов разностей последовательных RR-интервалов; спектральные показатели BCP: HF – мощность спектра в диапазоне колебаний высокой частоты 0.15-0.4 Гц (ms^2), LF – мощность спектра в диапазоне колебаний низкой частоты 0.04-0.15 Гц (ms^2), VLF – мощность спектра в диапазоне очень низкочастотных колебаний, полная спектральная мощность частот сердечного ритма (TP), представленные в нормализованных единицах (н.е.). Симпато-парасимпатический баланс определили по отношению LF/HF. Индикаторами психофизиологического состояния организма служили: индекс вегетативного равновесия (ИВР), показатель адекватности процессов регуляции сердечного ритма (ПАПР) и вегетативный показатель ритма (ВПР). Статистический анализ проводился

с использованием программного пакета «STATISTICA 6.0». Оценка значимости различий количественных показателей в сравниваемых группах проведена по t-критерию Стьюдента. Для сравнения независимых выборок использовался р-уровень в тесте Манна-Уитни.

Результаты и обсуждение. В проведенном исследовании существенных нарушений проводимости и ритма сердца у испытуемых в двух группах выявлено не было. Анализ гемодинамических показателей выявил, что частота сердечных сокращений (ЧСС) в 1-й группе составила в среднем 79.07 ± 0.99 уд/мин и сопоставима с контролем, во 2-й группе – 85.29 ± 1.31 уд/мин, что значимо выше, чем в контроле (77.6 ± 1.28 уд/мин, $t=4.02$, $p<0.001$). Повышение ЧСС во 2-й группе, вместе со снижением LF - и HF (LF 141.53 ± 25.23 и HF 520.51 ± 58.55) свидетельствует об истощении вегетативной регуляции миокарда на фоне увеличения нагрузки на сердечно-сосудистую систему. В 1-й и 2-й группах средние значения индекса напряжения (IS) составили 225.95 ± 18.4 у.е. и 287.65 ± 31.53 у.е. соответственно, что свидетельствует об усилении тонуса симпатической нервной системы и напряжении механизмов адаптации в данных группах, по сравнению с контрольной, где IS составил 197.54 ± 31.0 у.е. (удовлетворительный уровень адаптации). Между двумя группами и контролем выявлены значимые различия ($t=1.98$ и $t=2.00$, $p<0.05$). Индекс вегетативного равновесия (ИВР) в 1-й и 2-й группах достигал значений 311.77 ± 22.39 у.ед. и 372.02 ± 36.35 у.ед. соответственно, что свидетельствует о преморбидном состоянии организма работников горнорудного производства.

Были выявлены значимые различия по целому ряду временных показателей ВСР (табл. 1). В 1-й и 2-й группах показатель, характеризующий общую вариабельность сердечного ритма SDNN, был значимо ниже контроля: SDNN (ms) в 1-й группе составил 38.27 ± 1.42 ($t=2.98$, $p<0.05$), во 2-й группе – 34.66 ± 1.68 ($t=4.16$, $p<0.01$), контрольные значения составили 45.44 ± 1.99 . При анализе коротких (5-мин.) записей резкое снижение SDNN (ниже 40 ms) характеризуется напряжением регуляторных систем организма, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к подавлению активности автономного контура регуляции сердечного ритма, что подтверждается значениями суммарной мощности спектра (TP) в 1-й группе (1602.71 ± 118.1), во 2-й группе (1260.52 ± 126.36) по сравнению с контрольными значениями (2193.08 ± 160.49). То есть, чем ниже значения TP, тем сильнее выражено преобладание центрального контура нервной регуляции ВСР. Показатель RMSSD в 1-й и 2-й группах имел также более низкое значение 25.64 ± 1.5 и 19.95 ± 1.49 , соответственно, что свидетельствует о снижении вклада парасимпатической нервной системы в регуляцию ВСР. Достоверное снижение практически всех временных показателей ВСР в 1-й и 2-й группах является результатом активации симпатической нервной системы и суммарным уменьшением влияния на синусовый узел вегетативной нервной системы. Все это приводит к выраженной дисрегуляции вегетативной иннервации сердца.

Таблица 1

Гемодинамические и временные показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР)

Показатели	1 группа (n=150)	2 группа (n=80)	контроль (n=79)	1 гр. и контроль		2 гр. и контроль	
	M±m	M±m	M±m	t	P	t	P
ЧСС д/мин.	$79.07 \pm 0.99^*$	$85.29 \pm 1.31^{**}$	77.6 ± 1.28	2.00	0.002	4.02	<0.001
RRNN	771.31 ± 9.37	$712.59 \pm 10.65^{**}$	787.46 ± 13.53	0.99	0.002	4.18	<0.001
SI, у.е.	$225.95 \pm 18.4^*$	$287.65 \pm 31.53^*$	197.54 ± 31.0	1.98	<0.001	2.00	<0.001
SDNN, ms	$38.27 \pm 1.42^*$	$34.66 \pm 1.68^{**}$	45.44 ± 1.99	2.98	<0.001	4.16	<0.001
RMSSD, ms	$25.64 \pm 1.5^*$	$19.95 \pm 1.49^{**}$	29.41 ± 1.61	1.98	<0.001	4.33	<0.001

Примечание: * - достоверности различий с контролем. * - $p<0.05$; ** - $p<0.01$, P – уровень в тесте Манна-Уитни.

При оценке спектральных показателей ВСР установлено резкое нарушение баланса в звеньях регуляции вегетативной нервной системы: отношение LF/HF в 1-й группе и в контроле практически в 1.5 раза выше нормы (LF/HF $1.5 < 2.5$ – нормальный вегетативный баланс) что составляет 4.86 ± 0.38 и 4.83 ± 0.42 соответственно (табл. 2). Во 2 группе, этот показатель превышает в 3.5 раза (7.72 ± 1.1) контрольные значения при значимости различий с контролем $t=2.38$, $p<0.05$. Полученные результаты свидетельствуют о напряжении механизмов регуляции ВСР, что проявляется в доминирующем влиянии симпатического звена на миокард. Уменьшение вклада парасимпатического влияния на ВСР также выражается в виде снижения высокочастотных волн (HF) у всех групп испытуемых и, особенно, во 2-й группе, где HF составляет 141.53 ± 25.23 ($t=4.30$, $p<0.01$). Обычно дыхательная составляющая (HF%) вкладывает около 40-55% суммарной мощности спектра (TP), в то время как

во всех группах значение HF% не превышало 20% (в 1-ой группе $13.77 \pm 0.9\%$, во 2-ой группе $9.62 \pm 0.93\%$, при контрольных значения $14.0 \pm 0.94\%$). Снижение доли HF в суммарной мощности спектра (TP) указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела регуляции ВСР. Если же величина HF% падает ниже 20%, то можно говорить о резком преобладании центральной регуляции, при этом существенно уменьшаются временные показатели SDNN и RMSSD (Н.И. Шлык, 2009). О смещении в сторону преобладания центральной регуляции ВСР говорит также увеличение низкочастотных (LF) и «очень» низкочастотных (VLF) составляющих спектра, $37.41 - 42.22$ LF % и $43.78 - 52.16$ VLF % (табл. 2).

Литературные данные свидетельствуют, что мощность VLF-волн является чувствительным индикатором управления процессами метаболизма и хорошо отражает энергодифицитные состояния (Флейшман, 1999). Высокий уровень VLF волн трактуется как гипердаптивное состояние организма, характерное для периода перетренированности и физического перенапряжения у спортсменов (Шлык, 2007). Физические нагрузки являются одним из условий труда работников горнорудного производства, в связи с чем, вероятно, и связаны высокие значения VLF% в 1-й и 2-й группах (48.82 ± 1.34 ($t=2.98$, $p<0.05$) и 52.16 ± 2.15 ($t=3.16$, $p<0.01$) соответственно).

По мнению ряда исследователей у работников горнорудных производств с увеличением стажа работы повышается не только ЧСС, но и снижаются спектральные показатели ВСР (Мелентьев, 2010). Однако в данном исследовании значимых различий между стажем работы и значениями ЧСС выявлено не было. Но, было найдено снижение высокочастотной компоненты HF в 1-й и 2-й группах (табл. 3), при значимости различий $t=2.8$, $p<0.01$ и $t=2.5$, $p<0.05$, соответственно. Снижение этого показателя свидетельствует о влиянии условий труда на характер регуляции ВСР и смещении вегетативного баланса в механизме регуляции в сторону усиления симпатического влияния, что не отмечается в контрольной группе.

Таблица 2

Спектральные показатели variability сердечного ритма (ВСР)

Показатели	1 группа (n=150)	2 группа (n=80)	контроль (n=79)	1 гр. и контроль		2 гр. и контроль	
	M±m	M±m	M±m	t	P	t	P
HF	282.8 ± 41.58	$141.53 \pm 25.23^{**}$	326.29 ± 35.12	0.69	<0.001	4.30	<0.001
LF	$624.38 \pm 49.33^{**}$	$520.51 \pm 58.55^{**}$	983.34 ± 90.14	3.84	<0.001	4.37	<0.001
VLF	695.53 ± 51.03	$598.48 \pm 66.77^{**}$	883.45 ± 73.71	2.13	<0.001	2.86	<0.001
LF/HF	4.86 ± 0.38	$7.72 \pm 1.1^{*}$	4.83 ± 0.42	0.05	<0.001	2.38	<0.001
TP	$1602.7 \pm 118.1^{*}$	$1260.5 \pm 126.4^{**}$	2193.1 ± 160.5	2.98	<0.001	4.60	<0.001
HF %	13.77 ± 0.9	$9.62 \pm 0.93^{**}$	14.0 ± 0.94	0.60	<0.001	3.28	<0.001
LF %	37.41 ± 1.13	38.22 ± 1.85	42.22 ± 1.7	2.42	0.380	1.69	0.579
VLF %	$48.82 \pm 1.34^{*}$	$52.16 \pm 2.15^{**}$	43.78 ± 1.67	2.98	<0.001	3.16	<0.001

Примечание: * - достоверности различий с контролем. * - $p<0.05$; ** - $P<0.01$, P – уровень в тесте Манна-Уитни.

Поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга (Хаспекова, 1996), можно думать, что увеличение процента мощности VLF (%) со стажем во все группах ($t=4.0$, $t=3.4$ и $t=3.1$, $p<0.01$ соответственно), скорее всего говорит о влиянии возраста, а не условий труда.

Из временных показателей ВСР значимые различия со стажем работы выявлены для RMSSD во всех группах ($t=3.7$, $t=3.4$, $p<0.01$ и $t=2.4$, $p<0.05$ соответственно), что указывает на снижение активности автономного контура с возрастом и, соответственно, со стажем работы. С увеличением стажа работы на предприятии вагусная активность нервной системы снижается и происходит заметное смещение вегетативного баланса в сторону усиления симпатического влияния ($t=2.8$, $t=2.5$).

Таким образом, комплексное влияние условий труда у работников горнорудного предприятия приводит к проявлению вегетативной дисфункции в регуляции ВСР. Эта дисфункция проявляется в увеличении частоты сердечных сокращений ($t=2.00$ и $t=4.02$), более раннем истощении адаптационных резервов (повышении индексов напряжения: $t=1.98$ и $t=2.00$), снижении суммарного вегетативного влияния на сердечный ритм, увеличении вклада симпатического звена регуляции в ВСР, проявляющегося в более раннем снижении variability сердечного ритма (ВСР). Высокий уровень VLF волн, свидетельствует о гипердаптивном состоянии ($t=2.98$, $t=3.16$) организма работников предприятия, следующей стадией которого является срыв адаптации и высокая степень уязвимости к воздействующим факторам среды.

Таблица 3

Временные и спектральные показатели variability сердечного ритма у обследованных
в зависимости от стажа ($M \pm m$)

Показатели	стаж	1 группа (n=150)	2 группа (n=80)	контроль (n=79)	Р	
					1 и контр	2 и контр
Возраст	<15 лет	35.94±0.94	38.92±2.04	26.78±0.67	-	-
	>15 лет	51.52±1.33	52.15±1.41	49.20±1.86	-	-
ЧСС уд/мин.	<15 лет	78.76±1.20	85.00±1.91	78.81±1.42	0.6964	0.0227*
	>15 лет	79.90±1.69	85.07±1.84	75.00±3.00	0.1056	0.0053*
RRNN	<15 лет	776.0±11.0	716.0±16.0	772.6±13.9	0.8079	0.0169*
	>15 лет	760.0±16.0	714.00±15.00	819.76±29.9	0.1014	0.0060*
SDNN, ms	<15 лет	41.0±2.0	37.0±2.0	49.5±2.0	0.0010*	0.0001*
	>15 лет	30.0±2.0***	32.0±3.0	36.78±4.0***	0.2224	0.3617
RMSSD, ms	<15 лет	28.83±1.85	24.70±2.45	31.93±1.58	0.0183*	0.0029*
	>15 лет	16.86±1.77***	15.36±1.34***	23.96±3.56**	0.0932	0.0431*
HF	<15 лет	350.00±54.99	203.54±46.64	361.3±35.57	0.0129*	0.0001*
	>15 лет	98.0±18.2***	81.4±14.1**	250.66±79.3	0.0482*	0.0173*
LF	<15 лет	724.96±61.0	622.78±87.32	1125.6±99.4	0.0001*	0.0001*
	>15 лет	347.8±59.8***	412.82±74.01	676.0±174.8**	0.1797	0.1907
VLF	<15 лет	760.58±63.4	568.67±59.2	964.46±82.9	0.0025*	0.0002*
	>15 лет	516.65±72.9	632.2±117.5**	708.5±145.4	0.3771	0.5608
LF/HF	<15 лет	4.54±0.43	8.74±2.03	5.08±0.46	0.0691	0.6273
	>15 лет	5.74±0.77	6.56±0.84	4.28±0.88	0.1435	0.0200*
TP	<15 лет	1835.5±147.4	1394.9±159.0	2451±162.9	0.0006*	0.0000*
	>15 лет	962±135.7***	1126.4±191.3	1635±344.7**	0.1711	0.2668
HF %	<15 лет	15.34±1.11	11.76±1.61	14.57±1.23	0.8570	0.0455*
	>15 лет	9.47±1.22	7.63±0.84	12.77±1.33	0.0110*	0.0004*
LF %	<15 лет	38.90±1.29	42.73±2.54	44.99±1.94	0.0099*	0.3854
	>15 лет	33.30±2.22	33.31±2.48	36.21±3.06	0.5485	0.5431
VLF %	<15 лет	45.76±1.48	45.51±3.05	40.43±1.78	0.0279*	0.2168
	>15 лет	57.23±2.51***	59.07±2.61***	51.0±3.23***	0.1472	0.0857

Примечание: * - достоверность различий с контролем, Р – уровень в тесте Манна-Уитни; ** - $p < 0.05$; *** - $p < 0.01$ - достоверность различий по стажу, м.у. (<15 лет и >15 лет).

Литература

1. Белишева Н.К., Талыкова, Л.В. Мельник Н.А. Вклад высокоширотных гелиогеофизических факторов в картину заболеваемости населения Мурманской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011. Т. 13, № 1(8). С. 1831-1836.
2. Гондарева Л.Н. Прогностическая оценка профессиональной адаптации у горноработающих угольных шахт / Л.Н. Гондарева, Г.А. Кулкыбаев, Ф.А. Миндубаева // Медицина труда и пром. экология, 2000. № 1. С.10-13
3. Доклад Министерства труда и социальной защиты «О реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2012 году».
4. Мартынова А.А., Пряничников С.В., Петрашова Д.А., Пекарь Т.С., Мельник Н.А., Белишева Н.К. Психофизиологическое состояние организма работников горнорудного производства в высоких широтах. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011. Т. 13, № 1(7). С. 1783-1787.
5. Мелентьев А.В. Клинико-гигиеническое обоснование профилактических мероприятий по снижению кардиоваскулярного риска у рабочих промышленных предприятий: автореферат дис. на кандидата медицинских наук. Москва, 2010. 24 с.
6. Петрашова Д.А., Белишева Н.К., Пелевина И.И., Мельник Н.А., Зользер Ф. Генотоксические эффекты в буккальном эпителии горняков, работающих в условиях облучения природными источниками ионизирующего излучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011, Т. 13, № 1(7). С. 1792-1796.

7. Сороко С.И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антарктиде. Л.: Наука, 1985. 119 с.
8. Хаспекова Н.Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: дисс. ... докт. мед. наук. М.: ИВНД, 1996. 236 С.
9. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 259 с.

Петрашова Д.А., Пожарская В.В., Белишева Н.К.

*Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Кольского НЦ РАН,
г. Анапты*

petrashova@admksk.apatity.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО АНАЛИЗУ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЯДЕР В ЛИМФОЦИТАХ ПЕРЕФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ И БУККАЛЬНОМ ЭПИТЕЛИИ У РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Подземная разработка руды, содержащей такие природные радионуклиды, как уран, торий, радий, представляет определенную опасность для здоровья горных рабочих вследствие смешанного облучения различными видами ионизирующего излучения: вдыхание/глотание пылевых частиц, содержащих радий, вдыхание радона и продуктов его распада, внешнее облучение тела, вдыхание пыли смешанных частиц радиоизотопов.

Для оценки генотоксических эффектов ионизирующих источников излучения наиболее широкое распространение получил микроядерный тест, используемый при культивировании клеток периферической крови в условиях цитокинетического блока (Fenech, Morley, 1986; Колюбаева и др., 1995; Yager et al., 2000; Mateuca R. et al., 2006; Колюбаева, 2008; Пелевина и др., 2011). Помимо этого, микроядерный тест на лимфоцитах крови был предложен в качестве одного из простых и быстрых способов оценки дозы облучения (Thierens, 1991; Колюбаева и др., 1993). В ряде исследований показано достоверное отличие уровня микроядер от контрольного, начиная с дозы 0,1 Гр, и неточность микроядерного теста при дозе облучения больше 2 Гр (Thierens, 1991; Колюбаева и др., 1993). Рядом авторов установлено, что микроядерный тест может эффективно использоваться для выявления радиочувствительных групп повышенного риска (Севанкаев и др., 1994). Однако в определенных случаях, такие эффекты предпочтительнее изучать на буккальном эпителии, который позволяет при минимальном инвазивном вмешательстве получать информацию о генетических изменениях в клетках человека (Holland et al., 2008). Этот метод впервые был предложен в 1983 (Stich et al., 1983) и в настоящее время получил широкое распространение при массовом мониторинге генотоксичности окружающей среды, поскольку клетки буккального эпителия являются первым барьером (Holland et al., 2008), возникающим на пути у канцерогенов, поступающих в организм при дыхании, с водой и с пищей.

Целью данного исследования являлась оценка цито- и генотоксических эффектов природных источников ионизирующего излучения с помощью микроядерного теста на лимфоцитах крови и буккальном эпителии горняков, пребывающих под землей в условиях смешанного ионизирующего излучения.

Материал и методы. Материалом исследования служили образцы лимфоцитов периферической крови и буккального эпителия горняков, работающих под землей в условиях повышенной концентрации радона (Мурманская область). Взятие биологического материала проводилось в рамках ежегодного медицинского осмотра работников горнорудного производства. Все испытуемые были ознакомлены с целью и условиями исследования и дали на участие свое согласие. Группа испытуемых состояла из 240 мужчин, в возрасте от 21 до 68 лет, стаж работы от 1 года до 50 лет. Данные, представленные в статье, получены в результате анализа образцов биологического материала 20 испытуемых в возрасте 37-64 лет, работающих в условиях хронического облучения не менее 10 лет.

Для определения генотоксических эффектов производственной среды в клетках лимфоцитов горнорабочих был использован микроядерный тест с цитокинетическим блоком в присутствии цитохалазина Б (Fenech, Morley, 1986; Yager et al., 2000). В культуру стимулированных

фитогемагглютинином лимфоцитов венозной крови, через 44 часа от начала культивирования клеток, добавляли цитохалазин Б в концентрации 7 мкг/мл. Полное время инкубации в термостате составляло 72 часа. Содержание двуядерных клеток с микроядрами оценивали на основе анализа не менее 1000 двуядерных клеток, т.е. клеток проходивших первый митоз между 48 и 72 ч после стимуляции фитогемагглютинином.

Взятие образцов буккального эпителия и процедуры приготовления препаратов проводили в соответствии с методикой, описанной в работе (Мейер и др., 2010). Анализ частоты встречаемости клеток с генетическими и цитологическими нарушениями проводили на отдельно лежащих и распластанных клетках с подсчетом не менее 1000 клеток на каждом препарате (Петрашова и др., 2011). Микроядра идентифицировали как хроматиновые округлые тела с гладким непрерывным краем, размером не более 1/3 ядра, лежащие отдельно от основного ядра, не преломляющие свет, с интенсивностью окрашивания и рисунком хроматина, как у основного ядра, и находящиеся в одной плоскости с ядром (Tolbert et al., 1992). Кроме того, учитывали двуядерные клетки, ядра с насечкой, кариопикноз, кариорексис, кариолизис, фрагментацию и вакуолизацию ядра, нарушения типа ядерных почек и апоптозные тельца. Большинство клеток буккального эпителия имеют большую площадь цитоплазмы относительно ядра и форма клеток скорее полигональная, чем сферическая, исключение – базальные клетки. Геномная нестабильность или токсическое воздействие на базальные клетки ведет к хромосомным нарушениям или потери хромосом и формированию микроядер (МЯ). Некоторые клетки с геномными нарушениями могут быть элиминированы посредством апоптоза. Дочерние клетки из базального слоя могут дифференцироваться в «шиповатые клетки», которые, в конечном итоге, дифференцируются в плоские и ороговевшие клетки слизистой поверхности, отслаивающиеся с поверхности ротовой полости. Каждая из этих типов клеток может содержать микроядра, частота встречаемости которых варьирует в широких пределах (Holland et al., 2008).

Анализ препаратов проводили с помощью микроскопа AXIOSTAR PLUS (Karl Zeiss, Германия) (об.15 х ок.40, 100), оснащенного камерой CoolSNAPes (Photometrics) с цифровой системой регистрации и обработки изображения на базе ПЗС (Media Cybernetics, Inc.).

Статистическая обработка проводилась с помощью STATISTICA 6.

Результаты и обсуждения. Анализ препаратов лимфоцитов периферической крови человека показал, что среднее арифметическое значение двуядерных клеток без идентифицированных нарушений, составляет 966.7 ± 2.7 на 1000 двуядерных клеток. Среднее число лимфоцитов с микроядрами достигало 20.1 ± 1.7 клеток, что значительно превышает соответствующие значения для жителей российских городов – от 8.6 до 11.7 (Серебрянный и др., 2011; Ахмадуллина, Аклеев, 2013). В качестве примера на рисунке 1 приведен снимок препарата с двуядерными лимфоцитами с микроядрами в цитоплазме. В проанализированных к настоящему времени препаратах лимфоцитов отмечается стабильно высокое число клеток с микроядрами у мужчин со стажем работы от 20 до 30 лет (в некоторых случаях до 31 клетки с микроядром на 1000).

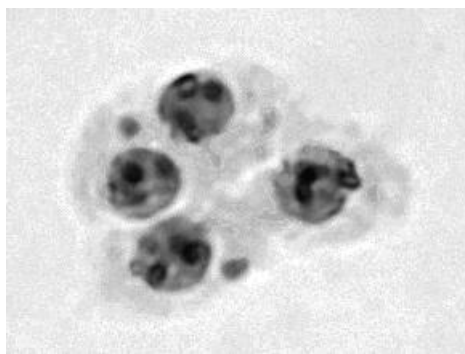


Рис. 1. Двуядерные лимфоциты с микроядрами

Анализ клеток буккального эпителия у горняков показал, что в исследуемой группе наблюдается более низкое число клеток с нормальным ядром относительно контрольной группы, превышение относительно контроля почти в 2 раза клеток с кариолизисом, значительное превышение клеток с кариорексисом и 25 кратное превышение двуядерных клеток. Полученные результаты цитогенетического анализа буккального эпителия горных рабочих (табл. 1) оказались сходными с нашими данными, полученными в предыдущих исследованиях (Петрашова и др., 2011).

Таблица 1

Частоты встречаемости клеток с цитогенетическими особенностями (%)

Показатели	M±m		
	Контроль (2011) n=8	Горняки (2011) n=10	Горняки (2013) n=9
Клетки с нормальным ядром	58.70±5.09	29.23±3.86	38.8±2.47
Клетки с микроядрами	0.16±0.04	0.11±0.038	0.6±0.11
Клетки с кариолизисом	27.02±3.84	49.25±5.53	48.9±3.00
Клетки с кариопикнозом	4.26±1.08	6.81±1.09	2.1±0.45
Клетки с кариорексисом	0.38±0.18	4.72±1.44	2.1±0.91
Клетки с вакуолизацией ядра	3.54±0.67	6.14±1.68	1.4±0.26
Клетки с фрагментацией ядра (апоптоз)	5.91±0.92	3.06±1.16	1.8±0.46
Клетки с двумя ядрами	0.016±0.016	0.42±0.09	0.40±0.07
Клетки с ядерными «почками»	-	0.09±0.04	0.1±0.02
Клетки с насечкой ядра	-	0.17±0.07	0.1±0.11

Встречаемость клеток с микроядрами в данном исследовании достоверно превышала результаты, полученные ранее, как для горняков, так и для контрольной группы. Также проявилась тенденция к преобладанию клеточной гибели по типу некроза над гибелью по типу апоптоза у горняков, по сравнению с контрольной группой испытуемых.

На рисунке 2 представлены фотографии различных типов клеток буккального эпителия с отдельными нарушениями в виде двуядерных клеток и клеток с микроядрами.

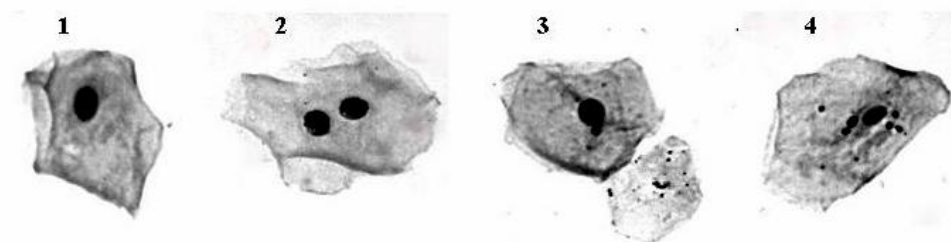


Рис. 2. Различные типы клеток буккального эпителия: 1 – без видимых нарушений, 2 - двуядерные; 3 – с МЯ; 4 – с апоптозными телами

Встречаемость клеток с микроядрами в данном исследовании значимо превышала встречаемость аналогичных клеток, выявленных нами в более ранней работе (Петрашова и др., 2011).

Проведенный анализ различий между цитогенетическими нарушениями в лимфоцитах периферической крови и буккальном эпителии у одних и тех же испытуемых выявил значимую связь между долей двуядерных клеток в буккальном эпителии и количеством микроядер в лимфоцитах периферической крови (рис. 3).

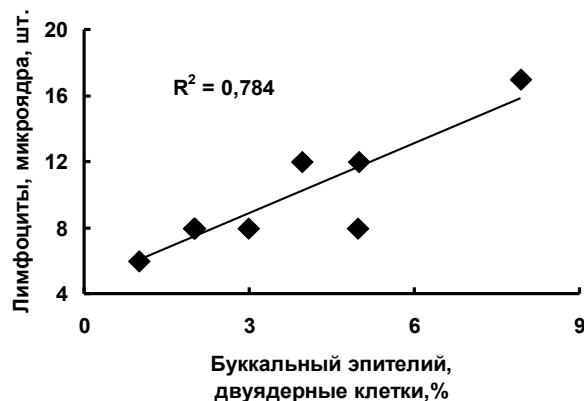


Рис. 3. Связь между содержанием двуядерных клеток в буккальном эпителии с количеством двуядерных клеток с микроядрами в лимфоцитах периферической крови у горных рабочих

Таким образом, мы показали, что цитогенетические особенности в лимфоцитах периферической крови, вызванные облучением смешанных источников ионизирующего излучения природного происхождения, проявляются в значительном превышении содержания двуядерных лимфоцитов с микроядрами относительно нормы. В буккальном эпителии у горняков выявлено существенное снижение частоты встречаемости клеток без видимых нарушений, увеличение доли клеток с микроядрами, возрастание числа клеток с некротическими изменениями и, более чем на порядок, возрастание числа двуядерных клеток по сравнению с контрольной группой. Резкое возрастание двуядерных клеток в группе горняков по сравнению с контрольной группой может свидетельствовать о воздействии ионизирующей радиации на процесс цитокинеза, нарушение которого может приводить к появлению многоядерных клеток. Присутствие микроядер в лимфоцитах свидетельствует о повреждении хромосом (Kirsch-Volders, Fenech, 2001), поскольку известно, что микроядра являются небольшими структурами, образующимися в результате отставания хромосом и их фрагментов в процессе митотического деления (Lindberg et al., 2007).

Литература

1. Ахмадулина Ю.Р., Аклеев А.В. Оценка уровня лимфоцитов периферической крови с микроядрами у потомков первого поколения хронически облученных отцов // Вестник Челябинского государственного университета, 2013. Вып. 2. С. 97-98.
2. Колюбаева С.Н. Использование цитогенетических методов в радиационной медицине // Вестник Рос. Воен.-мед. акад., 2008. Т. 23, № 3. С. 179-180.
3. Колюбаева С.Н., Ракецкая В.В., Борисова Е.А., Комар В.Е. Исследование радиационных повреждений в лимфоцитах человека методом микроядерного и хромосомного анализа // Радиационная биология. Радиоэкология, 1995. Т. 35, Вып. 2. С. 150-156.
4. Мейер А.В., Дружинин В.Г., Ларионов А.В., Толочко В.А. Генотоксические и цитотоксические эффекты в буккальных эпителиоцитах детей, проживающих в экологически различающихся районах Кузбасса // Цитология, 2010. Т. 52, № 4. С. 305-310.
5. Пелевина И.И., Афанасьев Г.Г., Алещенко А.В., Антошина М.М., Готлиб В.Я., Конрадов А.А., Кудряшова О.В., Лизунова Е.Ю., Осипов А.Н., Рябченко Н.И., Серебряный А.М. Молекулярно-клеточные последствия аварии на ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкология, 2011. Т. 51, № 1. С. 154-161.
6. Петрашова Д.А., Белишева Н.К., Пелевина И.И., Мельник Н.А., Зользер Ф. Генотоксические эффекты в буккальном эпителии горняков, работающих в условиях облучения природными источниками ионизирующего излучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011, Т. 13, № 1(7). С. 1792-1796.
7. Севанкаев А.В., Моисеенко В.В., Цыб А.Ф. Возможности применения методов биологической дозиметрии для ретроспективной оценки доз в связи с последствиями аварии на Чернобыльской АЭС. Оценка доз на основе анализа нестабильных хромосомных aberrаций // Радиационная биология. Радиоэкология, 1994. Т. 34. Вып.6. С. 782-792.
8. Серебряный А.М., Аклеев А.В., Алещенко А.В., Антошина М.М., Кудряшова О.В., Рябченко Н.И., Семенова Л.П., Пелевина И.И. Распределение индивидуумов по спонтанной частоте лимфоцитов с микроядрами. Особенности и следствия // Цитология, 2011. Т. 53, № 1. С. 5-9.
9. Fenech M., Morley A. Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay // Cytobios. 1985. Vol .43, N 172-173. P. 233-246.
10. Holland N., Bolognesi C., Kirsch-Volders M., Bonassi S., Zeiger E., Knasmueller S., Fenech M. The micronucleus assay in human buccal cells as a tool for biomonitoring DNA damage. The HUMN project perspective on current status and knowledge gaps // Mutat Res. 2008. Vol.659(1-2). P.93-108.
11. Kirsch-Volders M., Fenech M. Inclusion of micronuclei in non-divided mononuclear lymphocytes and necrosis/apoptosis may provide a more comprehensive cytokinesis block micronucleus assay for biomonitoring purposes // Mutagenesis. 2001. V. 16, № 1. P. 51-58.
12. Lindberg H.K., Wang X., Jarventaus H., Falck G.C., Norppa H., Fenech M. Origin of nuclear buds and micronuclei in normal and folate-deprived human lymphocytes // Mutat. Res. 2007. V. 617, № 1-2. P. 33-45.
13. Mateuca R., N. Lombaert, P.V. Aka, I. Decordier, M. Kirsch-Volders Chromosomal changes: induction, detection methods and applicability in human biomonitoring// Biochimie 88. 2006. P. 1515-1531
14. Stich H.F., San R.H., Rosin M.P. Adaptation of the DNA-repair and micronucleus tests to human cell suspensions and exfoliated cells // Ann. N.Y. Acad. Sci. 1983. Vol. 407. P. 93-105.
15. Thierens H. Biological dosimetry using micronucleus assay for lymphocytes: interindividual differences in dose response// Health Phys. 1991. Vol .61, № 5. P. 623-630.

16. Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development // Mut. Res. 1992. 271. P. 69-77.
17. Yager J. W., Sorsa M., Selvin S. Micronuclei in cytokinesis-blocked lymphocytes as an index of occupational exposure to alkylating cytostatic drugs // IARC Sci Publ. 1988. Vol. 89. P. 213–216.

Петров В.Н.

*Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Кольского НЦ РАН,
г. Апатиты
petrov_ombp@admksk.apatity.ru*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В Г. АПАТИТЫ И Г. СЕРПУХОВЕ

Следует обратить внимание и на то, что заболеваемость изучается как один из ведущих факторов, характеризующий уровень здоровья населения. Сравнение заболеваемости населения одного муниципального образования Заполярного круга со среднеобластными показателями заболеваемости всего населения Мурманской области не совсем корректно. Так, в усредненных данных нивелируются особенности влияния на человека различных вредных факторов в том или ином населенном пункте. Часто исключают друг друга. Одномоментное исследование влияния на здоровье всех вредных факторов, как социальных, природно-климатических и экологических, в связи с многообразием механизмов воздействия, не позволит изучить причинно - следственные связи заболеваемости, а приведет к запутанности результатов. Различие в оснащении материальных баз лечебно-профилактических медицинских учреждений муниципальных образований и различие в укомплектованности медицинским кадрами (специалистами) приводит к ошибкам постановки достоверных диагнозов или отсутствия той или иной патологии заболеваемости. Эти особенности приводят к некорректной статистической отчетности лечебных учреждений. Кроме этого необходимо учитывать и такой фактор как развитие коммерческой медицины и платных видов медицинских услуг, а это в свою очередь также снижает статистическую отчетность Государственной медицины. В результате этого могут снижаться показатели заболеваемости по обращаемости. Многочисленные исследования авторов проводятся в зависимости от влияния на здоровье одного или двух вредных факторов, которые, по их мнению, являются ведущими для данного региона или местности. Но при этом необходимо учитывать, что на здоровье человека одновременно оказывает воздействие разнообразный спектр повреждений. Это социально-психологические и социально-экономические, экологические, климатогеографические и гелиогеофизические факторы и т.п.

В своей работе мы сравнили заболеваемость населения муниципального образования г.Апатиты Мурманской области Заполярного круга с заболеваемостью населения г.Серпухова Московской области средней полосы России. Так как эти муниципальные образования различаются по климатогеографическому и гелиогеофизическому составу атмосферы, близки по качеству оказания медицинской помощи населению, почти одинаковый в процентном отношении возрастной состав проживающего населения. В Серпуховском регионе на протяжении ряда последних лет относительно благоприятная экологическая обстановка (Петров, 1998)

Возрастной состав населения в г. Серпухове распределяется следующим образом: дети 0-14 лет – 13.5%, подростки 15-17 лет – 2.5%, взрослые старше 18 лет – 84%. Общая численность населения 59648 чел. 84% населения лица работоспособного возраста и пенсионеры, что откладывает свой отпечаток на структуру общей заболеваемости. В 2012 г. возрастной состав населения г.Серпухова представлен следующим образом: дети 0-14 лет-16.1%, подростки 15-17 лет – 2.8%, взрослые старше 18 лет – 81.1%. Общая численность населения 126598 чел. Более 81% населения лица работоспособного возраста и пенсионеры.

По данным Апатитско-Кировской ЦГБ следует отметить, что за последние 10 лет (с 2003 г. по 2012 г.) заболеваемость детского населения (0-14 лет) увеличилась в г.Апатиты в 1.2 раза (с 3046 сл. до 3573 случаев на 1000 населения) и в 1.1 раза взрослого населения (старше 18 лет) (с 1360 сл. до 1499 сл.) соответственно.

Рост заболеваемости среди детского населения за последние 10 лет отмечается по таким нозологиям как: заболевания органов дыхания (с 1475 сл. до 1765 сл. на 1000 детского населения –

(острые респираторные вирусные инфекции верхних и нижних дыхательных путей, грипп)), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (с 164 сл. до 174 сл.) (нарушение осанки и приобретение сколиозов, артропатии, деформирующие дорсопатии), травм и отравлений (с 81 сл. до 123 сл.), новообразования, в основном доброкачественные (с 8 сл. до 21 сл.), а заболеваемость органов пищеварения уменьшилась с 268 сл. до 161 сл. (гастрит и дуоденит, другие болезни кишечника). болезни глаза и его придаточного аппарата уменьшились с 311.3 сл. до 242 сл. (конъюнктивиты, нарушение содружества движения глаз, миопатия, астигматизм).

В 2012 году у детского населения (0-14 лет) г. Апатиты в структуре заболеваемости на первых местах расположились болезни органов дыхания - 50% (1765 сл. на 1000 детей данного возраста), на 2 месте болезни глаза и его придаточного аппарата – 6.8% (242 сл.) на 3 месте болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани – 4.7%. (174 сл.), 4 место – болезни органов пищеварения 4.6% (161 сл.), на 5 месте – болезни кожи и п/клетчатки -около 4.2% (146 сл.), инфекционные и паразитарные болезни на 6 месте – 4% (143 сл.), а болезни системы кровообращения занимают только 17 место – 0.7% (20 сл.) (табл. 1).

Таблица 1

Структура заболеваемости в г. Апатиты и г. Серпухове за 2012 г.
среди детей 0-14 лет (на 1000 нас. и в процентах)

№ п/п	Нозология	Апатиты насел. (%)	Серпухов насел. (%)
1	Б-ни органов дыхания	1765 (50%)	1572 (68%)
2	Б-ни глаза и его придат. аппарата	242 (7%)	132 (5.7%)
3	Б-ни костно-мыш. сист. и соед. ткани	167 (4.7%)	25 (1.1%)
4	Б-ни органов пищеварения	161 (4.6%)	137 (6%)
5	Б-ни кожи и подкожной клетчатки	146 (4.2%)	67 (2.9%)
6	Инфекционные и паразитарные б-ни	143 (4%)	91 (4%)
7	Травмы и отравления	115 (3,2%)	21 (0.9%)
8	Б-ни мочеполовой системы	105 (3%)	51 (2.2%)
9	Б-ни эндокринной системы и расстр. питания	67 (1.9%)	8 (0.3%)
10	Б-ни уха и сосцевидного отростка	60 (1.8%)	39 (1.7%)
11	Б-ни нервной системы	52 (1.5%)	30 (1.3%)
12	Симптомы и признаки отклонения от нормы	52 (1.5%)	3 (0.1%)
13	Психические расстройства	52 (1.5%)	0.7 (0.02%)
14	Врожденные аномалии	32 (1.1%)	23 (1%)
15	Б-ни крови, кроветворных органов и отд. нар.	21 (0.6%)	9 (0.4%)
16	Новообразования	20 (0.6%)	7.4 (0.3%)
17	Б-ни систем кровообращения	20 (0.6%)	14 (0.6%)

Если сравнивать показатели заболеваемости жителей заполярного круга с заболеваемостью населения проживающего в средней полосе России, то в г.Апатиты общая заболеваемость значительно выше – среди детского населения 1.5 раза (3573 обращений по сравнению с 2457 обращений за медицинской помощью г.Серпухова), так и среди взрослого населения в 1.3 раза (1499 обращения в г.Апатиты и 1128 обращения в г.Серпухове). Следует отметить, что увеличение заболеваемости населения г.Апатиты происходит по всем нозологическим формам. Для региона Заполярного круга и средней полосы России характерны свои отличия по структуре заболеваемости. Заболеваемость органами дыхания детского населения в г.Апатиты немного выше, чем в средней полосе России (1765 на 1000 детского населения по сравнению с г.Серпуховом 1572 случая). Второе место в структуре заболеваемости у детей в г.Апатиты занимают болезни органов глаз и придаточного аппарата (242 сл.), а в г.Серпухове болезни органов пищеварения (137 сл.). Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, занимающие в структуре детского возраста 3 место (167 случая) в г.Апатиты значительно выше, чем в средней полосе России. В г.Серпухове они занимают 9 место (25 сл. на 1000 детского населения). В Апатитах инфекционные и паразитарные болезни 143 сл., а в г.Серпухове 91 случай. Болезни органов пищеварения в г.Апатиты 161 сл. в г.Серпухове 137.4 сл., болезни кожи и подкожной клетчатки в г.Апатиты 146 сл., в г.Серпухове всего 67 сл., травмы и отравления в г.Апатиты 115 в г.Серпухове 21 сл.,

болезни мочеполовой системы в г.Апатиты 105 сл. в г.Серпухове 51 сл. Болезни нервной системы 52 сл. и 30 сл. соответственно, болезни уха 60 сл. и 39 сл., психические расстройства 52 сл. и 0.7 сл. соответственно, новообразования 20 сл. и 7.4 сл.

По данным ЦРБ в Серпухове за последние 9 лет отмечается увеличение заболеваемости среди детей 0-14 лет по таким нозологиям как: б-ни органов дыхания с 1461 сл. до 1572 сл. (на 1000 детского населения), инфекционными и паразитарными б-ми с 47.9 сл. до 91 сл., б-ни нервной системы с 18.1 сл. до 30 сл. Среди взрослого населения старше 18 лет отмечается рост болезненности в 1.1 раза. Особенно по б-ням систем кровообращения с 170.2 сл. до 286 сл., б-ни органов пищеварения с 56.2 сл. до 189 сл., б-ни эндокринной системы с 28.7 сл. до 47 сл. и новообразования с 21.9 сл. до 65 сл. (на 1000 взрослого населения). Так что рост болезненности населения происходит и в средней полосе России.

Среди взрослого населения г.Апатиты за последние 10 лет отмечается рост таких заболеваний как: б-ни систем кровообращения с 191 сл. до 317.2 сл. – (повышение кровяного давления (артериальная гипертония) с 72 сл. до 117 сл.), ишемическая болезнь сердца с 36.9 сл. 61 сл., стенокардия с 8.3 сл. до 15 сл., цереброваскулярные б-ни с 30 сл. до 45.7 сл.), б-ни костно-мышечной системы с 148 сл. до 252 сл. – (рост числа артрозов с 22 сл. до 41.5 сл.), б-ни мочеполовой системы – с 120.5 сл. до 145 сл. (болезни предстательной железы с 17.5 сл. до 42.5 сл., эрозии и эктропион шейки матки с 11 сл. до 15.4 сл., нарушения в менопаузе с 4 сл. до 10.3 сл.). Б-ни глаз и его придаточного аппарата с 128 сл. до 212 сл. – (миопия с 30.4 сл. до 48.1 сл., катаракты 4.0 сл. до 32.1 сл.), б-ни органов пищеварения 86 сл. до 125 сл. (гастриты и дуодениты с 21 сл. до 34.3 сл. на 1000 населения, неинфекционные энтериты и колиты с 2.5 сл. до 8.1 сл., б-ни печени с 2.7 сл. до 6.4 сл., б-ни желчного пузыря с 16 сл. до 22.7 сл., б-ни поджелудочной железы с 2.6 сл. до 8.8 сл.). Новообразования (как доброкачественные, так и злокачественные) с 51 сл. до 82 сл. Болезни эндокринной системы с 39.6 сл. до 70 сл.

В возрасте 18 лет и старше в г. Апатиты в структуре заболеваемости на первом месте преобладают болезни органов кровообращения – 18%, на втором месте болезни костно – мышечной системы и соединительной ткани – 14.4%, третьем месте болезни органов дыхания – 14%. Те болезни, которые человек приобрел в детстве проявляются и во взрослом возрасте, болезни глаза и его придаточного аппарата уже занимают четвертое место – 10.6% (табл. 2).

Обращает внимание, что в г.Апатиты отмечается большее число случаев регистрации болезней систем кровообращения, по сравнению со средней полосой России (г.Апатиты 317 случая, в г.Серпухове 286 случая), особенно по такой патологии как: повышение кровяного давления 81 сл. в г.Серпухове и 117.4 сл. в г.Апатиты; ишемическая болезнь сердца 57 сл. и 67 сл., цереброваскулярные болезни 26 случаев и 45.7 случая соответственно. У взрослого населения г.Апатиты заболевания эндокринной системы 55 случаев и в г.Серпухове 47 на 1000 взрослого населения.

Таблица 2

Структура заболеваемости в г. Апатиты и г. Серпухове за 2012 г.
взрослые от 18 лет и старше (на 1000 насел. в процентах)

№ п/п	Нозология	Апатиты насел. (%)	Серпухов насел. (%)
1	Б-ни систем кровообращения	317 (18%)	286 (25%)
2	Б-ни костно-мыш. сист. и соед. ткани	215 (14.4%)	84 (7.5%)
3	Б-ни органов дыхания	209 (14%)	144 (13%)
4	Б-ни глаза и его придат. аппарата	159 (10.6%)	72 (6.4%)
5	Б-ни мочеполовой системы	103 (6.9%)	48 (4.3%)
6	Б-ни органов пищеварения	103 (6.9%)	189 (16.7%)
7	Травмы и отравления	89 (5.9%)	29 (2.6%)
8	Новообразования	66 (4.4%)	65 (5.8%)
9	Б-ни эндокринной системы и расстр. питания	55 (3.6%)	47 (4.2%)
10	Б-ни кожи и подкожной клетчатки	49 (3.3%)	9 (0.8%)
11	Инфекционные и паразитарные б-ни	43 (2.9%)	12 (1.1%)
12	Психические расстройства	32 (2.2%)	58 (5.1%)
13	Б-ни уха и сосцевидного отростка	31 (2%)	32 (3%)
14	Б-ни нервной системы	29 (1.9%)	26 (2.3%)
15	Б-ни крови, кроветворных органов и отд.нар.	8 (0.5%)	2 (0.16%)

В структуре заболеваемости взрослого населения старше трудоспособного возраста женщины с 55 лет и мужчины с 60 лет (пенсионный возраст) в г.Апатиты болезни систем кровообращения занимают ведущее место и составляют - 29%. Далее разместились болезни глаза и придаточного аппарата – 15.5%, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани – 13.7%, болезни органов дыхания – 7.8%, болезни органов пищеварения 6.7%. Вышеперечисленные заболевания составляют около 73%.

В пенсионном возрасте жителей города Серпухова болезни систем кровообращения являются также преобладающими и составляют – 32%. На втором месте располагаются новообразования почти 13%, на третьем месте болезни глаз и его аппарата – 11.5%, на четвертом б-ни костно-мышечной системы и соединительной ткани – 8.7%, на пятом месте б-ни органов дыхания – 8.4% и на шестом б-ни эндокринной системы – 7.9%, что в сумме составляет – 81.5% от всех заболеваний данной возрастной группы.

В каждой возрастной группе населения преобладают заболевания органов и систем, характерных для физиологического развития человека и зависящие от его образа жизни, что отражается на структуре заболеваемости населения г. Апатиты и г. Серпухова.

Смертность населения является традиционным индикатором потери здоровья населения и достаточно точной посмертной постановкой диагноза, в результате патологоанатомического вскрытия трупа. При оценке отдаленных последствий действия токсических и климатогеофизических факторов смертность является наиболее адекватным и информативным показателем.

По данным отдела записи актов гражданского состояния Администрации г. Апатиты отмечается высокая смертность населения. Структура и причины смертности располагаются следующим образом: на первом месте - болезни систем кровообращения – 57.3%, на втором - травмы и отравления – 16.5%, далее - новообразования – 14.6%, болезни органов дыхания – 2.8%, болезни органов пищеварения – 2.4% и остальные патологии – 6.4%. Следует обратить внимание, что в г. Серпухове на втором месте располагается смертность от новообразований - 14.3%, тогда как в г. Апатиты второе место занимает смертность от травм и отравлений – 16.5%, что связано в основном с высокой смертностью по причине алкогольной кардиомиопатии – 33.8%, от общего числа умерших от травм и отравлений (табл. 3).

Следует отметить, что в показателях смертности населения г. Апатиты от болезней систем кровообращения преобладает ишемическая болезнь сердца, что составляет 43.3% от всех смертей систем кровообращения.

Таблица 3

Смертность населения в г. Апатиты, г. Серпухов и в РФ

№ п/п	Наименование причин смерти	Апатиты (процент)	Серпухов (процент)	Р Ф (процент)
1	Болезни систем кровообращения	57.3%	67.6%	57%
2	Новообразования	14.6%	14.3%	11.8%
3	Травмы и отравления	16.5%	7.2%	13.9%
4	Болезни органов пищеварения	2.4%	4.8%	4.8%
5	Болезни органов дыхания	2.8%	1.8%	3.8%
6	Прочие причины смерти	6.4%	4.3%	8.7%

Смертность от болезней органов пищеварения приходится в основном на циррозы печени – 83%. В структуре смертности по РФ на первом месте смертность от болезней систем кровообращения, далее: от новообразований, от травм и отравлений, от болезней органов пищеварения, от болезней органов дыхания и прочие причины смерти на последнем месте (2013 г.). В Апатитах второе место занимают травмы и отравления, а по РФ новообразования. На четвертом месте в г. Апатиты смертность от болезней органов дыхания, а в РФ смертность от болезней органов пищеварения. В городе Апатиты уровень смертности населения (на 1000) в 2012 г. составлял 13.7, в городе Серпухове показатели смертности населения составляют 17.0, в РФ 14.2, что превышает уровень смертности западных стран 7-10 (на 1000 населения).

По результатам проведенных исследований отмечается более высокий уровень заболеваемости населения Заполярного г.Апатиты по сравнению с заболеваемостью населения г.Серпухова в 1.3 раза (1743 и 1334 посещения, соответственно). Рост обращаемости за медицинской помощью регистрируется как среди детского, так и среди взрослого населения не только в г.Апатиты, но и

в г.Серпухове. За последние 10 лет заболеваемость населения в г.Апатиты детского населения выросла в 1.1, а взрослого 1.3 раза. В г.Серпухове за последние 9 лет среди детского населения увеличение болезненности в 2 раза, а среди взрослого в 1.1 раза. Имеются различия между муниципальными образованиями в структуре заболеваемости. Во взрослом возрасте (18 лет и старше) расхождения по заболеваниям органов глаз, органов пищеварения и болезням костно-мышечной системы. В пенсионном возрасте (женщины старше 55 лет, а мужчины старше 60 лет) различия отмечаются в структуре заболеваемости по новообразованиям, болезням глаза и болезням костно-мышечной системы. Анализируя уровень заболеваемости, структуру болезненности и причины смерти населения г.Апатиты нужно разделять причины, приводящие к высокой заболеваемости, как среди детского, так и взрослого населения.

Литература

1. *Петров В.Н.* Кн. «Почему болеют жители Серпуховского региона?», г. Серпухов, 1998. 51 с.
2. Управление Роспотребнадзора по Мурманской области, Материалы «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области, Мурманск, 2013 г. 211 с.

Преминина Я.К.

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
Архангельский научный центр УрО РАН, г. Архангельск
preminina.yana@yandex.ru*

ПРОБЛЕМЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Современное состояние демографической обстановки на Европейском Севере обусловлено протеканием общемировой историко-демографической закономерности – демографического перехода, и специфическими особенностями социально-экономического развития СССР – России (демографические волны, трансформационный кризис российской экономики). Ее основные черты – сокращение численности населения, низкая рождаемость, высокая смертность, и как следствие, – неблагоприятная возрастная структура населения, низкая продолжительность жизни, – в целом, соответствуют тенденциям демографического развития России.

Специфика региональной демографической ситуации проявляется в миграционном оттоке населения, высоком уровне смертности населения (особенно мужчин трудоспособного возраста), быстро прогрессирующем старении населения.

Критическая ситуация, обусловленная миграций, начала формироваться на Европейском Севере в конце XX в. (табл. 1). Сокращение численности населения за период с 1990 г. по 2012 г. составило 1282.7 тыс. человек, в том числе – за счет естественной убыли – 592.6 тыс. чел., за счет миграционной - 690.1 тыс. чел. (53.8% убыли). Европейский Север является территорией, которая постоянно «отдает» население в другие регионы страны (причем, наиболее активную в репродуктивном отношении его часть), и соответственно – и часть своего естественного прироста; происходит увеличение населения в старших возрастных группах и, следовательно, создаются предпосылки для повышения общего показателя смертности, т.е. происходит деградация демографической системы и резкое уменьшение ее демографического потенциала.

Таблица 1

Динамика среднегодового миграционного прироста/убыли населения, ‰
(численность и миграция, 2013)

Территория/периоды	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2012
Россия	+2.3	+2.3	+0.6	+1.4	+2.1
Европейский Север	-11.1	-7.9	-4.5	-4.7	-7.6
Республика Карелия	-1.6	+0.2	+1.3	+0.4	-1.6
Республика Коми	-15.3	-9.8	-6.0	-7.6	-10.9
Архангельская область	-7.1	-5.8	-3.9	-4.1	-7.5
Мурманская область	-18.6	-14.9	-8.4	-6.4	-8.7

Смертность населения Европейского Севера России конца XX – начала XXI вв. (13-14‰) характеризуется устойчивым доминированием над рождаемостью, способствуя депопуляции населения. Депопуляционные процессы деформируют демографическую структуру населения: усиливают диспропорции возрастной структуры населения; ускоряют процессы старения населения; сокращают уровень рождаемости и способствуют росту смертности населения; формируют демографические волны. Данный сценарий, с одной стороны, отражает эволюционные тенденции демографического развития России. С другой – характер социально-экономических процессов, происходящих на Европейском Севере, свидетельствует о локально действующих факторах, которые позволяют выявить отличительные особенности смертности населения региона на фоне общероссийских тенденций.

Одна из них – превышение показателей смертности в регионе по сравнению со среднероссийскими от внешних причин смерти (на 35% – в Республике Коми, 20% – в Архангельской области, 15% – в Республике Карелия) и от болезней органов пищеварения (на 40% – в Республике Коми, 30% – в Республике Карелия, 10% – в Архангельской области). Показатели смертности в Мурманской области ниже/либо незначительно превышают среднероссийские. Данная ситуация в Мурманской области обусловлена тем, что в ней более 90% – городское население (в отличие от других регионов, где горожанами являются от 76 до 78% населения) (Естественное, 2012). В городской местности большая доступность учреждений здравоохранения и лекарственных средств.

В структуре внешних причин смертности на Европейском Севере доминирует смертность от случайных отравлений алкоголем, самоубийств и случайных утоплений (табл. 2). Причем алкоголь, как провоцирующий компонент, является основополагающим среди внешних причин смерти. Разнообразные нарушения режима, качества и структуры питания способствуют заболеваемости и смертности населения от болезней органов пищеварительной системы. В постсоветское время произошло разрушение системы общественного питания; замена более дорогих и калорийных продуктов (мяса, рыбы, овощей и фруктов) – более дешевыми и доступными (хлеб, картофель, макароны, крупы). Проблема усугубляется заменой отечественных натуральных образцов пищевой продукции импортным искусственным суррогатом, а также фальсифицированным алкоголем. Все эти процессы происходят на фоне ослабленного иммунитета жителей региона, вызванного суровыми и экстремальными природно-климатическими условиями.

Таблица 2

Смертность населения от случайных отравлений алкоголем, самоубийств, самоубийств в 2012 г. (Естественное, 2012)

Территория	Число умерших на 100 000 населения от		
	случайных отравлений алкоголем	случайных утоплений	самоубийств
Россия	10.6	5.7	20.8
Европейский Север	17.4	8.0	29.3
Республика Карелия	12.7	12.8	25.9
Республика Коми	27.6	10.3	40.2
Архангельская область	21.4	8.3	35.8
Мурманская область	3.8	1.3	9.6

Другую специфическую черту смертности населения Европейского Севера позволяет выявить анализ по возрастной смертности населения (табл. 3). Не очень тревожная ситуация – у детей и подростков, пик неблагополучия – у трудоспособного населения (особенно у мужчин), смертность которого является высокой или очень высокой. Смертность пожилых, как правило, превышает среднероссийские показатели.

Современная ситуация со смертностью является одним из динамичных и болевых сегментов демографической ситуации Европейского Севера. Падение рождаемости сочетается с ростом смертности; сопровождаясь резким отклонением от естественного равновесия в численном соотношении мужского и женского населения, деформацией структуры причин смертности, явлением «сверхсмертности» мужчин средних возрастов.

Острота демографических проблем обусловлена и изменением возрастной структуры населения региона. Показатели старения населения постоянно возрастают (табл. 4).

Таблица 3

Смертность трудоспособного населения в 2012 г., ‰ (Здравоохранение, 2013)

Территория	Мужчины	Женщины
Россия	8.9	2.4
Европейский Север	10.7	2.8
Республика Карелия	12.3	3.2
Республика Коми	11.0	3.0
Архангельская область	10.0	2.7
Мурманская область	9.0	2.6

Таблица 4

Динамика численности населения в возрасте 65 лет и старше, % (численность населения, 2013)

Территория/годы	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2013
Россия	5.9	7.6	10.0	9.6	13.1	12.7	12.9
Европейский Север	3.7	4.5	5.7	5.8	9.7	10.5	10.9
Республика Карелия	3.6	5.0	7.2	7.5	12.2	12.4	12.8
Республика Коми	2.9	3.5	4.1	4.4	8.1	8.7	9.1
Архангельская область	5.0	6.0	7.8	7.7	11.5	11.8	12.2
Мурманская область	2.0	2.6	3.3	3.5	7.1	8.8	9.3

За период с 1959 по 1989 гг. доля населения в возрасте 65 лет и старше увеличилась и в России и на Европейском Севере в 1.6 раза, а за период с 1989 по 2013 гг. – в России – в 1.3 раза, на Европейском Севере – в 1.9 раза. На Европейском Севере процесс старения населения более выражен, чем в среднем по России.

Последствия старения населения весьма сложны и многообразны. Это и необходимость расширения сети учреждений специализированной медицинской помощи и увеличение затрат на содержание престарелых и многие другие социальные и психологические проблемы. Кроме того, в перспективе перед регионом стоит опасность стать территорией с очень старым населением. Именно это не замедлит сказаться на конкурентоспособности региональной экономики со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Учитывая геоэкономическую и геополитическую важность Европейского Севера, особенно с учетом его приграничного положения, важно рассмотреть демографические перспективы этой территории. Для дальнейшего демографического развития Европейского Севера будет характерен ряд следующих черт. В 1990 г. население Европейского Севера вступило в фазу долговременной убыли, которая будет продолжаться и первой половине XXI века. По каждому из сценариев развития демографической ситуации Европейского Севера до 2030 г. сохранится негативная тенденция сокращения численности населения региона. Наиболее интенсивные темпы убыли ожидаются при осуществлении низкого варианта прогноза, основанного на экстраполяции существующих демографических тенденций развития. Численность населения по низкому варианту может составить 2601 тыс. чел. Высокий вариант ориентирован на достижение целей, определенных в Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г. По нему численность населения – 2875 тыс. чел. на конец прогнозируемого периода. Средний вариант прогноза является наиболее реалистичным (табл. 5), в нем учтены сложившиеся демографические тенденции и принимаемые меры демографической политики. При реализации данного варианта численность населения составит 2754 тыс. чел. (Предположительная, 2013).

Сопоставление различных сценариев показывает, что даже при наличии поддержки со стороны государства, значимое отклонение в сторону прироста численности населения региона не предвидится и намечившееся в нулевые годы XX в. некоторое снижение темпов убыли населения не должно внушать ложного оптимизма. В отличие от первой половины XX в., когда она была обусловлена не демографическими факторами – двумя мировыми войнами, современная убыль естественна: суженое воспроизводство и его долгосрочность закреплена на уровне демографической структуры. Катастрофически низкая рождаемость последнего десятилетия XX в. сформировала очередную межень демографической волны, которая в начале второго десятилетия XXI в. обусловит

очередной спад рождаемости. Подобная нестабильность демографических структур будет регулярно вызывать социально-экономические проблемы: различные, в зависимости от этапа волны, потребности в детских дошкольных учреждениях, общеобразовательных школах, учреждениях среднего профессионального и высшего образования, несоответствие между спросом и предложением на рынке труда, трудности с мобилизационным контингентом.

Таблица 5

Прогноз среднегодовой численности населения (средний вариант), тыс. чел. (Предположительная, 2013)

Территория/годы	2015	2020	2025	2030
Россия	143762	143860	143141	141764
Европейский Север	3413	3208	2985	2754
Республика Карелия	628	606	581	555
Республика Коми	851	785	714	642
Архангельская область	1174	1106	1032	955
Мурманская область	760	711	658	602

Доминирование смертности над рождаемостью продолжится. Причина – примерно с 1960-1970-х гг. уровень рождаемости устойчиво не обеспечивает режим простого замещения поколений, поэтому число умерших начинает превышать число родившихся. Результаты деформации демографических структур региона в последние десятилетия приведут к неизбежности суженного режима воспроизводства в дальнейшем на протяжении не одного поколения. Нет оснований и на значительную роль положительного миграционного сальдо в общей динамике численности населения. Даже в самой благополучной (благодаря близости к Санкт-Петербургу), с точки зрения миграционного прироста, Республике Карелия, его значение минимально (табл. 6).

Таблица 6

Прогноз коэффициента естественного и миграционного прироста (убыли) населения (средний вариант), % (Предположительная, 2013)

Территория/годы	Естественный прирост (убыль)			Миграционный прирост (убыль)		
	2015	2020	2030	2015	2020	2030
Россия	-1.5	-2.7	-4.6	+2.3	+2.3	+2.4
Европейский Север	-2.9	-4.4	-5.2	-8.0	-8.9	-11.3
Республика Карелия	-5.6	-6.8	-7.8	-0.8	-0.7	-1.2
Республика Коми	-1.9	-3.3	-3.2	-12.7	-14.3	-18.9
Архангельская область	-3,2	-4.9	-5.8	-7.3	-7.9	-10.0
Мурманская область	-1.5	-2.9	-3.9	-10.0	-11.5	-14.7

Показатели старения населения продолжают расти (табл. 7). Особо важное значение также приобретет вопрос количества и качества экономически активного населения. Ухудшающаяся демографическая ситуация на Европейском Севере уже начинает оказывать существенное «давление» на процесс его формирования. Происходит уменьшение населения в трудоспособном возрасте при его одновременном старении, т.е. увеличится нагрузка непроизводительного населения на экономику (табл. 8).

Таблица 7

Прогноз численности населения в возрасте 65 лет и старше, (средний вариант) % (Предположительная, 2013)

Территория/годы	2016	2021	2026	2031
Россия	14.0	16.1	18.4	19.7
Европейский Север	12.2	14.5	16.5	17.2
Республика Карелия	14.0	16.5	18.9	20.0
Республика Коми	10.3	12.2	13.8	14.0
Архангельская область	13.7	16.6	19.2	20.2
Мурманская область	10.4	12.1	13.2	13.4

Прогноз коэффициента демографической нагрузки населения (средний вариант), на 1000 лиц трудоспособного возраста приходится нетрудоспособных (Предположительная, 2013)

Территория/годы	2016	2021	2026	2031
Россия	734	821	844	831
Европейский Север	716	799	808	778
Республика Карелия	772	858	872	844
Республика Коми	673	752	753	718
Архангельская область	773	866	879	851
Мурманская область	640	709	714	679

Сформировавшийся вектор воспроизводственных процессов, сопровождающийся интенсивной и глубокой деформацией демографических структур, составляет выраженную угрозу существованию региональной демографической системы. Очевидна недостаточность демографического потенциала Европейского Севера России для создания развитой экономической, поселенческой структуры, освоения природных ресурсов, особенно в сравнении с другими северными странами, т.е. численность проживающего там населения не соответствуют ни размерам территории, ни геополитическим интересам (особенно с учетом их приграничного положения), ни потребностям развития экономики страны.

Данные тенденции демографического развития не отвечают стратегическим интересам региона и страны в целом. Негативные демографические процессы в регионе должны быть скорейшим образом ликвидированы т.к. Европейский Север – регион, имеющий чрезвычайно важное экономическое, геополитическое, социальное, культурно-историческое значение для России.

Литература

1. Естественное движение населения Российской Федерации за 2012: Ст. бюллетень. М., 2013. 56 с.
2. Здравоохранение в России. 2013: Ст. сб. / Росстат. М., 2013. 380 с.
3. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года: Ст. бюллетень / Росстат. М., 2013. 223 с.
4. Численность и миграция населения Российской Федерации в 2012: Ст. бюллетень. М., 2013. 142 с.
5. Численность населения по полу и возрасту на 1 января 2013 года: Стат. бюллетень. М., 2013. 335 с.

Разумова И.А.

*Центр гуманитарных проблем Баренц-региона Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
irinarazumova@yandex.ru*

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ КЛАДБИЩ (ПО МАТЕРИАЛАМ СОЦИАЛЬНО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛЫХ ГОРОДОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Многообразные ракурсы, в которых рассматривается и изучается некрополь (более продуктивно – в западной историографии), позволяют рассматривать кладбища как пространства, которые включены в сферу актуальных общественных потребностей различных социальных групп и индивидов. Это не только совокупность захоронений и памятников или место ритуальных контактов между живыми и умершими. Кладбища являются информационным пространством, поскольку аккумулируют значительные пласты сведений об истории культуры, отражают социально-демографическую структуру населения данного места и т.п.; рассматриваемые по определенным показателям, являются индикатором современных социокультурных проблем, выступают местом практически значимой коммуникации, в том числе профессиональной (духовенства, работников ритуальной сферы, ученых и др.). Актуальность социологического, социально-антропологического изучения современных кладбищ связана с тем, что в отношении мест захоронения сталкиваются нередко конфликтующие интересы групп: экономические, социально-статусные, этнокультурные, политические (Разумова, Барабанова, 2012).

Необходимость существования кладбищ в современном обществе все чаще ставится под сомнение. Страх смерти и ее медикализация, мобильность населения, смена технологий утилизации останков (распространение кремации и различных «экзотических» способов погребения и обращения с прахом умерших), дефицит городского пространства и другие явления отражаются на отношении к кладбищам. Если учесть культурную укорененность представлений и практик, связанных с кладбищами, следует признать остроту социальных проблем, которые влечет их неизбежная переориентация (или искоренение) вследствие быстрых темпов глобализационных преобразований. Возможности адаптации предоставляет то, что кладбища многофункциональны.

На основе анализа социологической, историко-этнографической, технической и других профилей литературы, специализированной периодики (журналов «Похоронный дом», «Реквием»), публикаций в СМИ, включая Интернет-ресурсы, а также работ по описанию мурманского некрополя (Федоров, Сеницкий, 2008) в ЦГП в последние несколько лет выполнена серия социально-антропологических исследований, посвященных функционированию кладбищ малых городов Мурманской области¹ (Лукина, 2009; Васильева, 2010; Разумова, 2011 и др.).

В результате систематизации имеющихся теоретических и практических разработок к функциям кладбищ нами отнесены: 1) утилитарно-санитарная, 2) сакрально-культурная, 3) общественно-мемориальная, 4) частно-мемориальная, 5) эстетическая, 6) туристическая, 7) рекреационная, 8) экологическая, 9) информационная, 10) историко-культурная.

Выполнение тех или иных функций опосредовано типом кладбища, а типология, в свою очередь, определяется различными признаками: территориально-поселенческой принадлежностью (городские, сельские), религиозно-этнической принадлежности (православные, мусульманские, армянские, общие и т.д.), организацией пространства и среды (регулярные и нерегулярные): временем формирования, доступом для захоронений, социальным статусом умерших и официальным статусом самого кладбища, историко-культурным статусом – и некоторыми другими. Кладбища, включенные в объекты исторического наследия, формально защищены от уничтожения, «исторические» по признанию экспертов и общественного мнения, а также мемориальные – с участками и сооружениями для проведения общественных мероприятий памяти (героев, жертв, выдающихся личностей), официально не защищены, но ликвидация их затруднена.

В зависимости от их типов и функций кладбища являются местами, в которых осуществляется определенная деятельность – духовенством, ритуальными и коммунальными службами, экскурсионными и культурно-просветительскими организациями, научными и художественными общностями, семьями и индивидами и т.д. Деятельность, связанная с некрополями, детерминирована этническими и национальными традициями. Так, рекреационные возможности некрополя используются во многих западных странах. В российском культурном пространстве кладбища наделяются смыслами, которые препятствуют рекреации, и они выполняют данную функцию только в случаях, которые надо оговаривать специально. В российском обществе является недооцененной экологическая функция кладбищ, особенно актуальная для городов, несмотря на то, что этническая и православная традиции захоронения предполагают посадку деревьев, кустарников, цветов и способствуют тому, что на территории некрополя размещается значительная часть городских зеленых насаждений. В законодательстве многих стран кладбища приравнены к озелененным территориям, не подлежащим застройке.

Проблемы функционирования кладбищ определяются противоречиями между отдельными их функциями. Основные функции: погребение и поминовение, – вступают в противоречие вследствие того, что противоположны их смыслы. Сакрально-культурной, утилитарной, экологической функциям кладбища противостоят рекреационная, туристическая и отчасти – эстетическая. В соответствии с отечественными национальными традициями, почти исключительными функциями кладбищ, особенно в малых промышленных городах, остаются утилитарная, ритуальная и мемориальная.

Анализ социального поля, связанного с погребением, в г. Апатиты выявил противоречия, которые возникают при взаимодействии участвующих в нем субъектов, и основные социальные проблемы города, связанные с погребением. Изучались мнения жителей и профессионалов отрасли на основе интервьюирования представителей населения, ритуальной службы, морга и церкви. К основным проблемам взаимодействия относятся, с позиций ритуальной службы, конфликты

¹ Исследования в 2012-2013 гг. осуществлялись при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Традиции и инновации в истории и культуре» по проекту «Погребально - мемориальная культура «советских» городов в XX - начале XXI вв.».

с клиентами из-за их «неправильного» поведения, сложности взаимодействия с муниципальными властями (экономические и организационные противоречия), внутренние конфликты с конкурентами. С позиции работников морга, проблемы возникают из-за фактов «халатности» родственников покойного. Представители церкви считают, что у них нет необходимости во взаимодействии с другими социальными агентами, исключая семью, которой оказывается духовная помощь; к деятельности ритуальных служб высказывалось критическое отношение (здесь возможна скрытая конкуренция). Священнослужители относят к проблемным моментам психологическое состояние родственников покойного и ситуативные технологические проблемы.

К социальным проблемам г. Апатиты в настоящее время можно отнести 1) проблемы, связанные с недостаточным развитием похоронной отрасли, высокой стоимостью услуг и конкуренцией в этой сфере; 2) поведение социально неблагополучных семей в отношении умершего; 3) недостаточную согласованность деятельности между государственными учреждениями и ритуальными службами; 4) недостаточную благоустроенность кладбища г. Апатиты.

В многих случаях выбор места и способа захоронения составляют проблему не только для родственников умершего, тех, кто осуществляет погребение, но и для города в целом. Комплекс административно-хозяйственных вопросов (хотя и не только) связан с похоронами представителей социально-маргинальных групп (лиц БОМЖ, пациентов специализированных медучреждений, анонимов и др.). Проблемы иного рода возникают в тех случаях, когда обстоятельства смерти приобретают общественный резонанс, а личности (объекты погребения) представляются социально значимыми персонами. Определение способа мемориализации (в том числе оформления захоронения) связано с вопросами определения типа смерти и статуса умерших. Это подтвердило проведенное О.В. Змеевой исследование несчастного случая гибели рабочих на Расвумчоррском руднике в г. Кировске в декабре 2008 г., и обстоятельств погребения погибших (Змеева, 2013). Устные и письменные свидетельства указывают на восприятие населением смерти в результате несчастного случая на производстве как «неестественной» и преднамеренной (предполагается виновник, возможно, сам погибший). Обсуждение привело к идее создания мемориала жертвам взрыва; администрация Кировска поддержала и реализовала предложение горожан. Проблематизировались выбор места и оформление захоронения. Предлагались варианты: а) индивидуальное захоронение по усмотрению родственников; при этом коллективно погибшие оказываются похороненными на разных кладбищах Кировска и Апатитов, но рядом с родственниками; б) коллективная могила по типу братского захоронения, которые нередко используются в ситуации групповой гибели (например, военнослужащих); в) персональные захоронения, но в одном, общем месте; при таком способе сочетаются принципы индивидуального и «братского» захоронений, сохраняется символический смысл посмертного единения погибших и одновременно обеспечивается возможность их индивидуального поминовения родственниками.

Принят был последний вариант; погребение горняков на Аллее воинской славы кладбища г. Кировска вызвало неоднозначное отношение горожан, воспринявших в этом идеологическое противоречие, поскольку на данном участке находятся могилы жителей гг. Кировск и Апатиты, погибших или служивших в Афганистане или в «горячих точках». Выбор места означает признание высокого посмертного статуса погибших и «отдание долга» («дара») в знак социальной вины. Жертв военных действий, наделяемых национальной значимостью, с жертвами несчастья на производстве объединяет тип смерти (ненормативной). Социально-статусная дифференциация похороненных на «Аллее славы» сказывается на отношении горожан к данному участку кладбища. Последовавшее погребение на том же участке представителей администрации города Кировска еще больше деформировало идею Аллеи славы, что становится предметом латентных социальных противоречий.

В 2009 г. Э.Д. Агамирзоевой было проведено исследование кладбища г. Полярный, на котором значительное место занимают мемориальные захоронения военных моряков (Агамирзоева, Разумова, 2009). Братские погребения в настоящее время вызывают много споров и разногласий. Мнения жителей города Полярного тоже разделились, прежде всего, в зависимости от гендера и статуса (военные или штатские). Положительно оценивают братские захоронения только военнослужащие мужчины, все опрашиваемые женщины и жены военнослужащих высказались против. Основными мотивами, по которым респонденты не принимают идею братских могил, были: потеря индивидуальности, затрудненный доступ (или отсутствие доступа) родственников к могиле, плохой уход за общественными могилами. Считается, что родственники будут лучше смотреть за могилой. Респонденты, которые оценивали положительно коллективные воинские захоронения, мотивировали это тем, что братская могила – символ братства, символического родства, сохраняющий и

воспитывающий «командный дух», а также тем практическим обстоятельством, что тело может быть неопознано и нет возможности переправить родственникам, то есть находили как символические, так и утилитарные обоснования, связанные с профессией.

В случаях частных похорон возникают проблемы, связанные с объективными противоречиями между возможностями города и административным регулированием похоронной сферы, с одной стороны, и потребностями семей, в том числе имеющими культурно-психологическую мотивацию, с другой стороны. В частности, они касаются выбора места захоронения. Родственники ориентируются на семейную форму захоронений как из соображений удобства посещения кладбища и ухода за могилами, так и по культурно-психологическим основаниям. Состояние городских кладбищ далеко не всегда позволяет это сделать, что заставляет либо выкупать места «про запас», либо смириться с ситуацией, либо прибегать к нелегитимным практикам и связям.

Значение выбора места связано с традицией регулярных общественных и частных поминальных мероприятий. В 2011 г. было выполнено этнографическое исследование современных ритуальных форм поминовения умерших у жителей городов и поселков Кольского Севера. Общее число респондентов – 185, семейно-родственных групп – 142. На сегодняшний день данные по городским частным погребально-поминальным практикам, а тем более их анализ, почти отсутствуют. Одной из задач было определить степень распространения поминовения на кладбище и его мотивацию. Исследование показало, что большинство респондентов (св. 90%) утвердительно ответили на вопрос о том, принято ли у них в семьях помянуть покойных родственников. Наличие такой традиции считается у населения показателем этнической принадлежности семьи, ее культурного уровня. Признаются и соблюдаются как индивидуальные поминальные даты, так и общекалендарные: родительские субботы, Троица, Пасха, Радуница и некоторые другие народно-религиозные праздники и поминальные дни (35 % от общего числа респондентов), а также прочие общественные поминовения. Церковное поминовение практикуется в 27 % случаев, из них в 15% это делает один представитель семьи, обычно из женщин второго-третьего поколений. Посещение церкви выполняет компенсирующую функцию, если семейные захоронения отсутствуют или члены семьи в день памяти находятся в отъезде. Посещение кладбища считается самым обязательным элементом поминального сценария. Поскольку часто родные похоронены далеко или в разных местах, практикуется опосредованное поминовение при посещении других захоронений. Кладбище, даже в установленные сроки, посещается «по возможности», которая определяется исключительно ресурсами здоровья и климатическими условиями. Обиход могилы и поддержание репутации родственников являются главными основаниями посещения кладбища. Определенная категория респондентов не посещает кладбище по индивидуально-психологическим основаниям. Проблемными вопросами являются употребление пищи и алкоголя у могилы; сроки поминовений (канун религиозного праздника или его день); время суток. Строго соблюдаемым обычаем является выезд на кладбище в период отпускного отдыха у родственников.

Одновременно изучение отношения молодежи к погребально-поминальным практикам и традициям (исследование проводилось в 2013 г. информанты – жители Апатитов, Кировска, Ковдора, Оленегорска) показало значительный разброс мнений по вопросам о предпочтительных формах погребения и сохранения памяти об умерших. Представители молодежи (особенно мужчины) высказываются в пользу кремации, и одной из проблем малых городов области считают отсутствие крематория хотя бы в ближайших крупных городах (ближе Санкт-Петербурга). Отказ от «культы могил» – закономерное явление, которое соответствует мировой (западной) тенденции, и, как писал французский антрополог Ф. Арьес, оно вовсе не свидетельствует «о безразличии и готовности забыть умершего. Решая сжечь тело, родственники отказываются материализовать место и свою связь с покойным, отвергают мысль о медленном разложении тела в земле и вообще публичный характер кладбища, но тем самым они утверждают абсолютную личную и приватную природу скорби и памяти об усопшем. На смену культу могилы приходит культ памяти, поддерживаемый дома. <...>. Таким образом, большая скорбь и привязанность к усопшему вполне совместимы с пренебрежением к его могиле, остающейся зачастую местом ненавистным: там истлевают тело дорогого существа» (Арьес, 1992: 472). Многие информанты считают, что уход за могилой – обременительная и трудоемкая обязанность, которая, помимо прочего, сопровождается постоянным беспокойством о том, что могилу близкого осквернят вандалы.

В ходе исследований мы выясняли отношение к кладбищам городов Апатиты и Кировск разных категорий жителей. В отношении «нового» апатитского кладбища диапазон оценок достаточно широк. Негативные оценки связаны с санитарным состоянием кладбищ, недостатком места, отсутствием охраны, организации, которая следит за могилами, с наличием заброшенных и разоренных

могил, а также с их социальной дифференциацией. Апатитчанам хорошо известны сюжеты о вандализме, которые освещались местной прессой, а также о медведе, который приходит «разрывать могилы». Кладбища устойчиво ассоциируются с социально-маргинальными группами (бездомными, хулиганами-подростками), нелегитимными практиками захоронения, а также с психологическим стрессом.

По нашему мнению, в настоящее время для существования некрополей необходимы обоснования не утилитарного, а социально-культурного и социально-экономического свойства. «Поддержание символической связи с предками» на сегодняшний день обоснованием не является, хотя для многих людей и семей оно еще актуально. Пока утилитарные функции кладбищ не утрачиваются в силу позиции РПЦ, отсутствия крематориев, действия социально-психологического и культурного факторов. Кремирование не отменяет последующего захоронения урн на кладбищах. Все это стимулирует деятельность похоронной отрасли, которая является очень прибыльной. С развитием похоронного бизнеса вначале в индустриально развитых странах, а затем и в России изменилась структура социальных взаимодействий, связанная с некрополем. В настоящее время в России кладбища являются местом острых социально-экономических конфликтов и конкуренции. На характер институциональных взаимодействий в пространстве некрополя влияют социально-экономические реформы, изменения законодательной базы похоронного дела, переопределение статусов социальных институтов, технологические трансформации и ряд других факторов. Это убеждает в актуальности постановки и решения проблем, связанных с завершением жизни человека.

Литература

1. Агамирзоева Э.Д., Разумова И.А. «Город мертвых» в городе воинской славы // Наука и бизнес на Мурмане. Научно-практический альманах. Города Заполярья: социально-антропологические и социально-экономические аспекты. Мурманское книжное изд-во, 2009. С. 37- 41.
2. Арьес Ф. Человек перед лицом смерти: Пер.с фр. / общ. ред Оболенской С.В. Предисл. Гуревича А.Я. М.: изд. группа «Прогресс». «Прогресс-Академия», 1992.
3. Васильева Е.В. Кладбища Кировско-Апатитского района: история, современное функционирование // Некрополи Кольского Севера: изучение, сохранение, коммуникация: сборник научных статей / науч. ред. П.В. Федоров, И.А. Разумова. Мурманск: МГГУ.
4. Змеева О.В. «Чужая смерть» в моногороде: к истории одного несчастного случая // Некрополи Кольского Севера: изучение, сохранение, коммуникация: сборник научных статей / науч. ред. П.В. Федоров, И.А. Разумова. Мурманск: МГГУ, 2013. С. 162-170.
5. Лукина Т.С. Современные надгробные сооружения: к вопросу об изучении // Наука и бизнес на Мурмане. Научно-практический альманах. Города Заполярья: социально-антропологические и социально-экономические аспекты. Мурманское книжное изд-во, 2009. С. 43-48.
6. Разумова И.А. Поминальные обряды: типология, сценарии, функционирование (на примере современных семей Кольского Заполярья) // Труды Кольского научного центра РАН. 3/2011. Гуманитарные исследования. Вып. 2. 2011. С. 5-18.
7. Разумова И.А., Барабанова Л.А. Ситуация погребения и похоронный ритуал с точки зрения взаимодействия социальных институтов // Труды КНЦ РАН. Гуманитарные исследования. Вып. 3. 2012. С. 42-60.
8. Федоров П.В., Синицкий А.Н. Мурманский некрополь. Мурманск: Кн. изд-во, 2008. 208 с.

Утков П.Ю.

Мурманский институт экономики Санкт-Петербургского университета управления и экономики,
г. Мурманск
pavelutkv@rambler.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Под компетенциями мы будем понимать совокупность и готовность сформированных образцов поведения индивида с целью достижения целей оправданного взаимодействия с окружающей действительностью.

Социализация личности в процессе онтогенеза представляет собой непрерывный процесс усвоения норм, правил, опыта, знаний, механизмов их применения, интуитивного поведения в качестве умения устанавливать еле заметные взаимосвязи в структуре субъективно-объектных отношений с предметами, образами, представлениями (даже на уровне информационных шифров кодирования и раскодирования совокупности знаковых систем в предсознании при различных способах вербального и невербального общения).

В отличие от воспитания, отличающегося дискретностью, на наш взгляд, формирование эколого-экономической компетенции должно носить системно-постоянный характер, а не разовое вкрапление фрагментов образцов экологически оправданного поведения.

Фактически в развивающихся странах человек, начиная от рождения, за весь период жизни потребляет в двадцать, а то и в тридцать раз меньше ресурсов, чем в развитых странах.

Если каждый из субъектов взаимодействия с окружающей природной действительностью станет потреблять больше ресурсов чем сейчас, то общий расход ресурсов на Земле возрастет во многие десятки раз. Необходимо задуматься о том, что потенциал естественных природных систем будет быстро исчерпываться, и человечеству грозит тупиковая ситуация из-за нехватки ресурсов, что будет усугубляться быстрым ростом народонаселения. Особенно остро эта проблема стоит перед Северными регионами.

Перед северянами встает проблема выживания, но если причиной исчезновения бывших властелинов Земли, динозавров, были внешние причины, то человечество может погибнуть от неумения разумно использовать свой потенциал.

К 2025 г. численность землян достигнет от 8.5 до 10 млрд чел. Это еще один фактор, усугубляющий данное положение, поскольку ожидаемое увеличение нагрузки на планету в несколько десятков раз необходимо умножить и на коэффициент роста численности населения.

В ведущих зарубежных странах экологическая деятельность студентов, как одна из составляющих сбалансированного развития, стала экономически оправданной (Utkov, 2006). Более того, эколого-экономическая направленность личности в пределах сформированных компетенций также начинает приобретать свойства не только товара, но и значимого капитала, поскольку приумножает всю систему создания дополнительных возможностей для развития данного вида безопасности. Поэтому одной из основных функций регионального содержания обучения в высшем учебном заведении (образовательной организации) является расстановка акцентов в самостоятельной деятельности субъектов по решению вопросов перспективного эколого-экономического развития территории с помощью методов, сложившихся на основе исторических традиций и инновационных подходов.

Изучение практики управления эколого-экономической безопасностью показывает, что органы власти субъектов РФ решают круг вопросов, касающихся многих сторон жизнедеятельности студентов на территории северных регионов. Этим затрагивается спектр интересов будущих специалистов и система хозяйственных взаимосвязей. Они реализуются посредством практики студентов во взаимодействии с органами государственной власти и местного самоуправления, руководителями администраций, а также предприятий и учреждений по следующим основным направлениям:

- социальное, бытовое, коммунальное, культурное обслуживание населения;
- экология и санитарное состояние территории северных регионов;
- благоустройство и застройка территории;
- использование жилых и нежилых помещений и др.

Реализация хозяйственных взаимосвязей требует наличие соответствующей нормативно-правовой базы, регулирующей совокупность отношений, возникающих на уровне субъекта Российской Федерации и изучение которых в структуре стандартов третьего поколения (3+), будет целенаправленно формировать соответствующие эколого-экономические компетентности для обобщения практического материала и разработке теоретических, умозрительных заключений и выводов. Вероятно, указанные выкладки найдут своё выражение в создании методических рекомендаций и варианта экономических расчетов по эколого-экономической безопасности северных регионов.

Эколого-экономическую основу безопасности составляют природные не возобновляемые и возобновляемые ресурсы (земля, вода, леса), находящиеся в границах территории северного региона, недвижимое и движимое имущество, входящее в состав собственности субъекта РФ или оперативного управления муниципальных образований, средства бюджета, то есть государственная

собственность, а также иная собственность, служащая удовлетворению потребностей населения северных регионов.

Для студентов сегодня, как никогда, актуален анализ общих черт и специфики развития северных регионов как сложных, развивающихся социально-эколого-экономических организмов.

Северный регион, являясь открытой, незамкнутой системой, представляет собой определенное единство взаимосвязанных и дополняющих подсистем, влияющих на качественные и количественные характеристики, создавая разветвленные хозяйственные связи с соседними территориями, с другими муниципальными образованиями, регионами, а также зарубежными странами. Он отличается не только биоразнообразием, определённой степенью удалённости от центральной части России, но и иными механизмами защиты природного непосредственного окружения, что влечёт за собой включение регионализации содержания образования при компетентностном подходе.

Результативность и эффективность функционирования северного региона во многом определяются качеством информации, вещества и энергии, поступающих в операционную систему будущих специалистов, их анализом и обобщением в первичных звеньях.

Нам кажется, что о действенности власти и качестве регионализации эколого-экономического содержания высшего образования, а также инновационном развитии северного региона в целом можно судить только по конечным результатам, т. е. по тем изменениям, которые возникли в процессе взаимодействия студента с окружающей природной действительностью в заданных условиях.

Для расшифровки мы используем показатели качества учебного процесса на занятии (Беспалько В.П., 2011).

Первый из них – это коэффициент эффективности по алгоритму функционирования в структуре познавательной деятельности студента K_f :

$$K_f = \frac{\sum T \Theta_T}{MT}$$

,

где T – число студентов учебной группы, выполняющих познавательную деятельность на данном этапе занятия соответственно цели;

$\sum T \Theta_T$ – сумма произведений по всем параметрам анализа

Цель занятия может быть реализована только в том случае, если и управление процессом усвоения обеспечит её реализацию. Для оценки этого фактора вводим второй коэффициент по алгоритму управления K_ϕ – коэффициент эффективности по алгоритму управления (формула 12):

.

где m – число учащихся учебной группы. Выполняющих познавательную деятельность на данном этапе занятия, соответственно цели.

$\sum_m T \Theta_T$ – сумма произведений по всем параметрам анализа планирования занятия, что составляет 23 человека – стандартное количество студентов в группе, умноженное на $10 + 25 \cdot 30 + 25 \cdot 3$, что означает 10 – количество аудиторных лекционных часов, 30 – количество практических (семинарских) занятий, 3 часа – итоговая аттестация.

Таким образом, мы можем выразить, что параметрально это составляет 855 чел.-мин. В свою очередь, соотношение количества чел.-мин. к общему количеству аудиторных часов учебного плана составляет коэффициент, равный 0,39.

При различных подходах по первому или второму варианту построения образовательного процесса K_ϕ может составлять от 0,047 до результата второго варианта 1,0.

Таким образом, можно ввести общий коэффициент эффективности процесса обучения студентов, как произведение K_f и K_ϕ , наиболее полно характеризующий качество процесса обучения на занятии в целом:

$$= \frac{\sum_m j T \Theta_T}{MT}.$$

Как в случае классического расчета эффективности учебника, возможна оценка степени сформированности эколого-экономической компетентности студентов в процессе взаимодействия с окружающей природной действительностью северных регионов.

При оценке следует различать четыре возможных уровня выполнения студентами задач (цель + ситуация + деятельность). 1 – репродуктивная с подсказкой, 2 – репродуктивная без подсказки, 3 – эвристическая, 4 – творческая. Эти четыре задачи образуют генетическую иерархию усвоения и развития опыта в любой сфере человеческой деятельности и служат основой для диагностики степени овладения ею.

Репродуктивная деятельность с подсказкой выполняется студентами в том случае, когда предъявляются все компоненты задачи – цель, ситуация и её решение, а от них требуется заключение об их совместимости (первый уровень).

На втором уровне сообщается цель деятельности и вся ситуация, в которой она должна быть достигнута, а студенту необходимо вспомнить и применить необходимые действия для достижения репродуктивной задачи без подсказки.

При постановке цели, но не полны условия (ситуация с фрагментами образцов поведения), возникает нетиповая, эвристическая задача (третий уровень), для решения которой надо дополнить условия, а затем действовать с законченными образцами поведения.

Творческие задачи (четвёртый уровень) – дана только цель, а ситуация, условия и действия – за студентами.

Органы региональной власти, представленные в последствии выпускниками вуза по направлению подготовки «менеджмент» с профилем «государственное и муниципальное управление» или направлением «государственное и муниципальное управление», являются социальным институтом, призванным учитывать интересы жителей и действующих в нем многочисленных государственных и частных систем, создавать и поддерживать благоприятные условия для формирования хозяйственных связей, удовлетворения личных и коллективных потребностей населения.

Система рыночной экономики, в силу ориентации на инновационную модель подготовки специалистов по стандартам 3+, предполагает пересмотр множества традиционных представлений относительно эколого-экономических закономерностей развития территории северных регионов.

В этой ситуации важно осознание органами власти объективной необходимости постоянного обновления содержания их деятельности и их представительство как работодателей при итоговой государственной аттестации.

В ином случае весьма трудным становится решение вопросов выживания субъектов хозяйствования в конкурентной рыночной среде и функционирования всех систем жизнеобеспечения населения северных регионов.

В общем случае, говоря об оценке эффективности эколого-экономической деятельности, можно рассматривать следующие подходы к ее определению:

- определение результативности, эффективности и оптимальности эколого-экономической деятельности;
- определение эффективности различных видов эколого-экономической деятельности (в нашем случае – различных инновационных кластеров);
- определение эффективности отдельных субъектов, стадий или этапов эколого-экономической деятельности (Уткова, 2012).

В условиях формирования рыночных отношений социально-эколого-экономические процессы в регионе постоянно развиваются. Перемены становятся важнейшим индикатором жизнеспособности современного регионального управления. Поэтому, чтобы соответствовать современным потребностям развития, нужно быть готовым к переменам, а точнее, к инновациям в своем развитии.

Понятие «изменение» означает, что ни одна вещь не пребывает в покое, ее естественное состояние – быть в непрерывном движении; т.е., если использовать термин «изменение» применительно к северному региону, то он распространяется на любые преобразования, происходящие в нем и окружающей его природной среде.

Инновационное развитие северного региона в этой связи обозначает накопленный потенциал или портфолио, обеспечивающие технологический прорыв, рост производительности, инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности северного региона и его институтов.

Все изменения происходят, с одной стороны, в интересах населения, так как связано с улучшением процесса удовлетворения их потребностей. С другой стороны, нередко можно

встретить и деструктивные изменения, когда региональная власть, используя данные ей полномочия, производит изменения в своих корыстных целях путем перераспределения природных ресурсов, осуществления коммерческих сделок по закупкам в ущерб развитию собственного производства.

Данный тип изменений («то, что дает начало чему-либо, то, откуда исходит что-либо») не является в прямом смысле источником эколого-экономического развития северного региона, хотя и создает условия, при которых возмущающее внешнее воздействие оказывает существенное влияние на происходящие процессы, поэтому перемены в эколого-экономическом развитии региона характеризуют состояние, сложившееся на заданный момент времени в результате тех или иных изменений, что свидетельствует об оптимизации процесса управления безопасностью.

Вероятно, что понятие перемены сопряжено с обновлением, при этом количественные и качественные изменения эколого-экономического развития северного региона должны превысить определенный порог значений. Практика регионального управления выявляет недостаточную эффективность существующих эколого-экономических и управленческих механизмов, определяющих заинтересованность в решении экологических проблем будущих менеджеров, в том числе и руководителей образовательных учреждений. Они, в свою очередь, являются представителями хозяйствующих субъектов, которые способствуют развитию инновационной экономики, и одновременно источниками эколого-экономической опасности (обращаем внимание, что только пятая часть всех учреждений и предприятий в северных регионах не превышает допустимые экологические нормы).

Предполагается, что управление инновационным развитием региона с учетом эколого-экономической безопасности должно быть направлено на совершенствование эколого-экономической деятельности субъектов системы управления регионом.

Сегодня сделан однозначный вывод о том, что развитие образования невозможно без его открытости перед обществом, которая заключается не столько в регулярной публикации и общественной презентации отчетов органов управления образованием и образовательных учреждений о своей деятельности, сколько в общественном участии в образовательной деятельности (Хорева, 2003).

Инновационная система Российской Федерации представляется как комплекс институтов, функционирующих в экономической, социальной и политической среде, осуществляющих определенные виды деятельности в инновационной сфере – создание, диффузию и освоение инноваций. Эколого-экономическая безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, окружающей природной среды региона от угроз, вызванных воздействием жизнедеятельности людей и отраслей экономики на природную среду и, в свою очередь, природной среды на людей и субъекты хозяйствования (Утков, 2012).

Если в качестве основных субъектов инновационного развития территории региона рассматривать представителей хозяйствующих субъектов, природу и общество, то можно представить взаимосвязь их отношений как систему эколого-экономической безопасности. Под ней понимается интеграция общества, экономики и природы, представляющая собой взаимосвязанное и взаимообусловленное функционирование людей, производства и протекание естественных процессов в природе.

Тем самым сама система эколого-экономической безопасности будущих специалистов (Уткова, 2013) обеспечивает прогрессивное устойчивое развитие долгосрочных взаимоотношений региона и его субъектов с природной средой.

Литература

1. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: учебно-методическое пособие. М.: Высшая школа, 2011. С. 132-135.
2. Утков П.Ю., Уткова М.А. Регионализация содержания образования как основа эколого-экономической безопасности Мурманской области - Арктика: общество и экономика. Научный журнал, 2012. Вып. № 7. С. 87-93.
3. Уткова М.А., Утков П.Ю. Методология системного формирования эколого-экономической компетентности детей, подростков и молодежи в условиях Мурманской области - Арктика: общество и экономика. Научный журнал, 2013. Вып. № 9. С. 87-92.
4. Уткова М.А., Утков П.Ю. Экологическая ответственность как устойчивость развития системы государственного и муниципального управления эколого-экономической безопасностью - Арктика: общество и экономика. Научный журнал, 2012. Вып. № 8. С. 63-65.

5. *Хорева Г.А., Утков П.Ю.* Школьный проект как метод образования для устойчивого развития: Методическое пособие для организации проектной деятельности в образовательном учреждении. Мурманск: ООО «Полиграфист», 2003. 35 с.
6. *Utkov P.* Correlation between International Standard Classification of education and Russian educational levels within the framework of the Bologna process // The Bologna Process in Science and Mathematics Higher Education in North-Eastern Europe: Tendencies, Perspectives and Problems / The collection of proceedings, N:o 99 - Joensuu Yliopisto, University of Joensuu, 2006. P. 89-93.

Уткова М.А.

*Мурманский институт экономики – филиал НОУ ВПО «СПбУУЭ», г. Мурманск
mtim@pochta.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НАШИ 9 ШАГОВ К 100-ЛЕТИЮ» В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ АКАДЕМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В результате проведенных в период 2011-2013 гг. исследований методических основ системы управления эколого-экономической безопасностью (М.А. Уткова, П.Ю.Утков, 2011-2013 гг.), авторами был представлен к внедрению в деятельность Мурманского института экономики – филиала НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики» разработанный инновационный экологический проект «Наши 9 шагов к 100-летию». Соорганизаторами и непосредственными участниками выступили соответственно, студенты специальности 080504.65 – Государственное и муниципальное управление и 2 курса направления Менеджмент, профиль – Государственное и муниципальное управление – 5 человек (Уткова, 2013).

Общее число участников: 100 человек. Цель проекта – активизация деятельности молодежи по решению проблем экологического состояния окружающей среды Мурманска и его округов, привлечение внимания к вопросам эколого-экономической безопасности населения (Уткова, 2012), а задачи следующие: благоустройство и озеленение города; очистка территории озер, расположенных в черте город, от загрязнения бытовыми отходами, грязными стоками; сохранение экологии города, привлечение внимания общественности к решению проблем окружающей среды; создание благоприятных условий для развития мотивации в решении вопросов экологического воспитания и образования; формирование среды для раскрытия индивидуальных и коллективных творческих способностей молодежи.

Структура проведения: 9 шагов-мероприятий по благоустройству городской территории к 100-летию города-героя Мурманска (04 октября 1916 года) в течение, соответственно, 2013-2016 гг. и представление данного проекта к участию во всероссийском конкурсе на лучшую акцию в защиту экологии «100 шагов до Арктики», проводимом с РФ с 15 июня по 15 ноября 2013 года.

Особо отметим тот факт, что Мурманскую область и город Мурманск на Всероссийском конкурсе среди 93 команд в 2013 году представляла лишь команда МИЭ СПбУУЭ.

Результаты участия были освещены в январе 2014 года, организаторы и участники конкурса получили дипломы и ценные подарки. Победителем 2013 г. стала команда «Волонтеры Заполярья. Техносфера» с программой «Птицы на гнездах. Техносфера. Мониторинг». 2-е место – команда «Друзья леса» (г.Тамбов). 3-е место – команда «Эко-Бум» (г.Вышний Волочек). Билеты на соревнования в Сочи завоевала команда «ИСТОК» (г.Армавир). Анонсировала конкурс компания Panasonic после заключения договора с Всемирным Фондом природы (WWF) России о поддержке арктического проекта WWF – «Медвежий патруль». Для компании участие в проекте стало символичным, ведь Panasonic – Всемирный Партнер Олимпийских игр, а «Белый мишка» – один из талисманов зимних Олимпийских игр в Сочи в феврале 2014 г. В 2012 и 2013 годах в конкурсе приняли участие около 200 команд. Команда МИЭ СПбУУЭ выступила участником конкурса и займет свое достойное место в информационной базе конкурса и истории его проведения.

Несмотря на то, что год Арктики завершился, проблемы Севера не теряют своей актуальности и их решение неотделимо от решения экологических проблем по всей нашей стране. Данный конкурс «100 шагов до Арктики» предназначен для тех, кто поддерживает идеи устройства жизни в гармонии с природой, начиная с самого себя, своего дома, района, города, ведь каждая экологическая акция – это маленький, но важный шаг к спасению окружающей среды, а значит, и к решению проблем Арктики (Всероссийский конкурс «100 шагов до Арктики», 2012-2013 гг.). Структура представленного на Всероссийский конкурс инновационного для деятельности вуза в условиях Крайнего Севера экологического проекта «Наши 9 шагов к 100-летию» включала в себя следующую технологию реализации.

Шаг 1, 6, 7: Ежегодное участие в «Аллее поколений». Проект «Аллея поколений» реализуется областным Дворцом культуры им. С.М. Кирова г.Мурманска по инициативе ветеранов Великой Отечественной войны клуба «Фронтовик» более 10 лет. Участие в 2013 году – 21.09.2013 г. высадка деревьев по ул.Хлобыстова в Ленинском округе. Это самая масштабная в истории города акция по высадке деревьев. Всего жители заполярной столицы посадили более пяти тысяч саженцев березы, ивы, черемухи, клена, яблони, а также кусты сирени, жимолости, акации и спиреи, а результатом является нижеследующее: приятно отметить, что на «Зелёный рекорд» наши студенты приходили с друзьями и целыми семьями, сажали по два-три дерева. Всего участвовало от МИЭ 5 человек, высажено 15 деревьев.

Шаг 2, 9: Ежегодное участие в общегородских субботниках по очистке улиц и дворов города Мурманска. Водоем и его окрестности стали чище. Участие в 2013 году – 28.09.13 г. – очистка озера Ледовое (Первомайский район города). Результат: Группа от МИЭ 16 человек, несколько центнеров мусора, 50 мешков с пластиковыми и стеклянными бутылками и даже стометровый рекламный баннер – все это было собрано на берегах Ледового озера студентами.

Шаг 3: Организация собственной экологической акции «Сделай район чище – городу станет легче!»: охвачена территория близлежащих 30 деревянных домов Ленинского района (ул. Халатина, ул. Героев Североморцев, ул. Калинина). Студенты Мурманского института экономики 17.10.13 г. под руководством кафедры менеджмента, государственного и муниципального управления провели экологическую акцию, которая стала уже третьей победой студентов в направлении благоустройства города! Несмотря на снег, ветер и непогоду, неожиданно пришедшую в город в начале октября, ничто не помешало запланированному проведению акции и намерениям будущих специалистов в сфере государственного и муниципального управления сделать район чище. Результат: в акции участвовало 12 человек, собрано около центнера мусора, ликвидировано 2 несанкционированные свалки.

Шаг 4: Организация кафедрой менеджмента, государственного и муниципального управления МИЭ СПбУУЭ конкурса экологических проектов и исследовательских работ, посвященного объявленному 2013 году экологии в России «Социальные и эколого-экономические аспекты развития человека в условиях Крайнего Севера» с 21 октября по 31 января 2014 года.

Цель – привлечение студентов и педагогов ВУЗов, обучающихся и педагогов образовательных учреждений к работе по изучению проблем экологического состояния окружающей среды Мурманской области, ее районов, муниципальных образований, территорий ВУЗов и школ и практическому участию их в решении природоохранных задач и вопросам эколого-экономической безопасности человека в условиях Крайнего Севера.

Задачи: стимулирование волонтерского движения, направленного на сохранение экологии северных регионов, привлечение внимания общественности к решению проблем окружающей среды; разработка экологических проектов и исследовательских работ, направленных на реальное изменение окружающей среды, благоустройство и озеленение городов и его районов, образовательных учреждений; распространение опыта создания и реализации проектов и исследовательских работ; активизация деятельности Вузов и образовательных учреждений города (области), направленной на решение вопросов экологического воспитания обучающихся; формирование условий для развития индивидуального и коллективного творчества.

Этапы и сроки проведения конкурса:

– 1 этап (заочный) – с 21 октября по 31 января 2014 года, в ходе которого осуществлялся прием и оценка конкурсных работ студентов и учащихся, отбор материалов для участия в финальном (очном) конкурсе;

– 2 этап финальный (очный) – с 13 января по 20 февраля 2014 года: подведение итогов и защита конкурсных работ. К участию во втором этапе допускались студенты и обучающиеся, работы которых набрали более половины максимально возможных баллов.

Результаты: представлены к участию 22 работы творческих коллективов образовательных учреждений г.Мурманска. Победители (I место) и призеры (II и III место) каждой из номинаций будут награждены дипломами, грамотами, памятными призами. Участникам конкурса вручены сертификаты.

Шаг 5: По итогам проведения конкурса планируется награждение победителей и участников, а также проведение круглого стола по ключевым вопросам, заявленным в работах. Защита будет проведена в форме выступления на круглом столе в течение 7-10 мин. (презентация материала выступления, стендовый доклад) 20 февраля 2014 г. в здании МИЭ СПбУУЭ, по адресу: ул. Халатина, 7, ауд. 315.

Конкурс проводился по следующим номинациям и тематике, их отражающей:

1. «Социальные аспекты развития человека в современных условиях региона и муниципальных образований Крайнего Севера» (отдельно проекты и исследовательские работы):

- Экологическое мышление, поведение, воспитание, образование;
- Связь экологии и культуры. Экология как показатель уровня культуры, демократии, нравственности;
- Роль социально-позитивного поведения человека в системе обеспечения качества жизни в условиях развития северных регионов.

2. «Организационно-экономический механизм развития северных регионов» (отдельно проекты и исследовательские работы):

- Экономико-экологические аспекты развития территорий Крайнего Севера. Система и методы управления в отраслях экономики северных регионов;
- Вопросы управления и обращения с отходами, создание системы обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) на территории города (региона);
- Комплексный подход к решению проблем эколого-экономической безопасности города (региона), в результате объединения власти, бизнеса и науки.

3. «Экологическая среда и эколого-экономическая безопасность как необходимое условие существования человека в условиях Крайнего Севера» (отдельно проекты и исследовательские работы):

- Вопросы современного развития эколого-экономического законодательства.
- Развитие безопасной инновационной экономики в сохранении ЭКО-среды северных регионов. Проблемы экологии больших городов.
- Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и экологии Баренцева Евро-Арктического региона.

Предлагалось оформить результаты в следующих формах:

1. «СТАТЬЯ-ДОКЛАД» – на конкурс принималась работа, выполненная на листах А4, где представлены текст по одной из тем Конкурса с использованием рисунков и таблиц, отображающих основные номинации и представленную тематику.

2. «ПРОЕКТ» – на конкурс принимались материалы, оформленные в буклет (папка материалов проекта, книжка, плакат-раскладка, листовка), которые раскрывали тематику номинации и могли содержать текст-обращение, стихотворение, слоган, речевку; графическую композицию, фотоколлаж и др. Формат проекта выбирался по желанию авторов.

3. «СТЕНДОВЫЙ ДОКЛАД» («МУЛЬТИМЕДИА-ПРЕЗЕНТАЦИЯ») – на конкурс принималась работа, выполненная в формате мультимедийной презентации (слайд-презентация: 7-12 слайдов), раскрывающая одну из тем представленных номинаций.

Подводя итоги проведенного конкурса, хочется отметить, что среди наиболее интересных и заслуживающих внимания общественности работ стали следующие:

ПЕРВЫМ ПРИЗОМ была подготовка к публикации статьи в соавторстве с организаторами конкурса (Утковой М.А., Утковым П.Ю.) к настоящей V Всероссийской научной конференции с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения», проводимую 23-27 июня 2014 года в КНЦ РАН (г. Апатиты), приуроченную к 25-летию со дня основания Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН. Призеры (1-е место) представлены в трех номинациях (статья, стендовый доклад, проект) в следующих работах (таблица).

Также призерами конкурса (2-е место в разных номинациях) выступили преподаватель технологии МБОУ ДОД ЦЭВД «Детский театральный центр» Кривошеева Л.И. (статья «Управление творческими объединениями педагогов и школьников при реализации образовательно-экологических проектов»), ученица 5-Б класса гимназии № 6 г. Мурманска Бабашева Ю.Р. (статья «Вторая жизнь полиэтиленовым пакетам»). Руководители: Гринченко Т.О. – учитель технологии, Васильева Л.И. – учитель начальных классов, Задорожная П.С., ученица 9-Б класса гимназии № 6 г. Мурманска (стендовый доклад «Знакомая незнакомка»). Руководители: Гринченко Т.О. – учитель технологии, Шачнева Н.Б. – учитель биологии; Жуков Э.А., студент 4 курса ФГБОУ ВПО «МГГУ» (статья «Развитие безопасной инновационной экономики в сохранении ЭКО-среды северных регионов»). Руководитель: Александрова Е.Ю. – канд. пед. наук, доцент кафедры естественных наук МГГУ; Георгиева Е.П., ученица 6-Б класса гимназии № 6 г. Мурманска (статья «Домашняя аптека – великолепная мята»). Руководители: Гринченко Т.О. – учитель технологии, Шачнева Н.Б. – учитель биологии; Баранова Д.А., Борискина Э.С., ученицы 8-Б класса МБОУ СОШ № 43 г. Мурманска (проект «Программа здоровья северянина»). Руководитель: Явдошенко Ю.И. – учитель биологии.

Третье место в 1 и 2 номинации разделили Шабакина И.Г. – преподаватель ГАОУ МО СПО «Мурманский педагогический колледж» (статья «Полевой экологический практикум в условиях современного города для школ Крайнего Севера»); Майзерова Я., Грачёва О., ученицы 7-А класса гимназии № 6 г. Мурманска (статья «Исследование возможностей использования бытовых отходов для создания цветочных композиций»). Остальные работы и их авторы награждены сертификатами за участие в конкурсе.

Призеры конкурса «Социальные и эколого-экономические аспекты
развития человека в условиях Крайнего Севера»

І место	Статья (присужден первый приз)	Стендовые доклады	Проект (присужден первый приз)
Номинация № 1 «Социальные аспекты развития человека в современных условиях региона и муниципальных образований Крайнего Севера»	Сясько А.В., Ткаченко Ю.В. «Стратегия развития системы эколого- экономической безопасности в регионе» <i>МИЭ, 5 курс, ГМУ</i> Р-ль: Уткова М.А. – канд. экон. наук, зав. каф. МГиМУ	Чекаленко А.А. Что может сделать человек для повыше-ния уровня экологии <i>МИЭ, 3 курс, Менеджмент</i> Р-ль: Утков П.Ю. – канд. пед. наук, доцент, доцент каф. МГиМУ	Дмитриева О.М., Садовникова Е.В., Еника В.А. «Что, если...?»». <i>ФГБОУ ВПО «МГТУ», 4 курс, Экология</i> Р-ль: Александрова Е.Ю. - канд. пед. наук, доцент кафедры естественных наук МГТУ
Номинация № 2 «Организационно- экономический механизм развития северных регионов»	не присуждена	Ручьева А.А. «Развитие экологической инфраструктуры города» <i>МИЭ, 2 курс, Менеджмент</i> Р-ль: Уткова М.А. – канд. экон. наук, зав. каф. МГиМУ	Красавина К.Н. «Фурушки - альтернатива экосумкам» <i>МБОУ СОШ № 43, 8А класс</i> Р-ль: Попова С.В. – учитель технологии
Номинация № 3. «Экологическая среда и эколого- экономическая безопасность как необходимое условие существо-вания человека в условиях Крайнего Севера»	не присуждена	Ефремова К.А. «Источники экологи- ческой опасности Мурманской области <i>МИЭ, 3 курс, Менеджмент</i> Р-ль: Утков П.Ю. – канд. пед. наук, доцент, доцент каф. МГиМУ	не присуждена

Подводя итоги проведенной работы по созданию системы непрерывного экологического образования, можно сделать следующие выводы. В силу жизненной важности экологической проблематики обязательным принципом методологии экологического образования должен стать принцип его непрерывности, основными компонентами его выступают формальное (дошкольное, школьное, среднее специальное и высшее) образование и неформальное образование взрослого населения. Целью предлагаемого внимания проекта ставилось и планируется продвигать далее в развитии вуза и контингента абитуриентов академического университета, создание системы непрерывного экологического образования и воспитания молодежи. А это, по сути своей, как постоянное стремление к творческой деятельности, так и возможность развития, реализации собственного потенциала, возможность созидания не только подсобных материалов, но и всей социальной творческой образовательной среды.

Проведенный эксперимент показал: среди участников инновационного проекта 5 студентов, занимающих активные позиции в общественной жизни вуза: председатель студенческого совета МИЭ, активисты, реализующие себя в творческих конкурсах, мероприятиях и молодежных проектах в городе Мурманске, а теперь, и за его пределами. Надежда на то, что «творческий огонь» зажжет и других, есть. Главное – не останавливаться на достигнутом. Таланты есть у каждого человека, и это

создание, или точнее, созидание, на наш взгляд, является необходимым условием развития взаимодействия студентов в современном информационном пространстве региона.

Непрерывность образования выступает в этом контексте как механизм развития индивидуальных и коллективных способностей к творческой созидательной деятельности, реализуемой в учебе и жизни, а также развития академического университета. А государственное и муниципальное управление не только и не столько нормотворческая и практическая деятельность органов власти, но и формирование знаний, умений, навыков специалистов и компетенций бакалавров в подготовке к творческой деятельности в системе эколого-экономической безопасности. Сама идея такого проектирования продиктована желанием сформировать базу для привлечения абитуриентов к творческой деятельности, развития студентов и успешности в современном мире, предоставив студентам в образовательном процессе возможность удовлетворить личные и социальные потребности. Информационное пространство региона при этом выступает системой механизмов управления реализацией проектной деятельности. Сфера эколого-экономической безопасности предоставляет все условия для формирования и реализации творческого потенциала студентов. И сегодня полноправно можно сказать об эффективности реализации системы непрерывного образования в условиях обновления и стратегических изменений в вузе высокого статуса – академического университета.

Литература

1. *Уткова М.А.* Развитие взаимодействия студентов в информационном пространстве региона в системе управления эколого-экономической безопасностью / *М.А. Уткова* // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития. Ноябрь 2013.
2. *Уткова М.А.* Методология системного формирования эколого-экономической компетентности детей, подростков и молодежи в условиях Мурманской области / *М.А. Уткова, П.Ю. Утков* // Арктика: общество и экономика. 2013. № 9 (9). С. 87-92.
3. 100 шагов до Арктики: проект компании ООО «Панасоник Рус» [электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://wwf.panasonic.ru/albums/new/?year=2013>] (дата обращения 10.11.2013; 10.02.2014).

Уткова М.А., Сясько А.В., Ткаченко Ю.В.

*Мурманский институт экономики – филиал НОУ ВПО «СПбУУЭ», г. Мурманск
mtim@pochta.ru; m3-mc@mail.ru, yljchik@mail.ru*

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНЕ

Государственная экологическая политика - деятельность государства для достижения стратегической цели: сохранения природных систем, поддержания их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны (2).

Экономические проблемы, связанные с взаимодействием человека и природы, практически всегда вызывают определенную сложность. Образовательная политика базируется на формировании такой системы компетенций студентов и слушателей программ дополнительного образования, в которой бы они не выступали атрибутами времени, а несли ответственность за последствия своих действий.

Экономическая грамотность не всегда предполагает своей частью эколого-экономическую компетентность. Однако в течение жизни на крайнем Севере человек вынужден организовать систему взаимодействия инновационных элементов самостоятельно при условии осознания ущерба, нанесенного окружающей среде (3).

С учетом настоящего состояния природоохранной деятельности на территории Мурманской области, окружающей среды в России в целом, следует особо отметить тот факт, что укрепление эколого-экономической безопасности региона должно происходить в рамках общего поступательного движения общества, предъявляющего новые, повышенные требования к квалификации специалистов, особо выделив здесь категорию государственных и муниципальных служащих.

Одним из ведущих факторов повышения эколого-экономической безопасности в современных условиях развития инновационной экономики России, на наш взгляд, является преемственность

системы организации дополнительного профессионального образования, переподготовки и повышения квалификации служащих, определяемая уровнем профессиональных компетенций в области эколого-экономической безопасности.

Сегодня стала насущной потребность в разработке целостной системы, в определении и конструировании ее целей, путем осуществления связей между содержанием экологического образования на разных его уровнях и в выявлении особенностей процесса образовательной подготовки на всех ступенях обучения.

Задачами проекта природоохранной политики Мурманской области является государственная программа «Охрана окружающей среды и воспроизводство природных ресурсов» на 2014-2020 годы:

1. Повышение уровня экологической безопасности и сохранение природной среды.
2. Предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду и ликвидация ее последствий
3. Повышение эффективности охраны, защиты и воспроизводства лесов.
4. Охрана и рациональное использование водных ресурсов.
 - «Обеспечение экологической безопасности»;
 - «Охрана, защита и воспроизводство лесов»;
 - «Охрана и рациональное использование водных ресурсов»;
 - «Обеспечение реализации государственной программы».

Среди основных направлений стратегического развития системы эколого-экономической безопасности можно выделить, на наш взгляд, следующие разделы:

1. Система управления эколого-экономической безопасностью региона, основные принципы и методы.
2. Отечественный и зарубежный опыт в области формирования эколого-экономической безопасности региона.
3. Актуальные проблемы и вопросы эколого-экономической безопасности в системе регионального управления.
4. Обеспечение рационального управления эколого-экономической безопасностью как ключевой фактор устойчивого регионального развития.
5. Развитие корпоративных и информационных систем управления в сфере эколого-экономической безопасности региона.
6. Эколого-экономическая эффективность природоохранной деятельности и рациональное природопользование.
7. Совершенствование профессиональной компетенции и современные тенденции подготовки государственных и муниципальных служащих в области эколого-экономической безопасности региона (1).

Основные задачи:

- выведение штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов из бактерий, адаптированных к условиям Севера;
- определение способов и методов активизации бактерий в условиях Севера;
- использование выведенных штаммов для обезвреживания нефтезагрязненных почвогрунтов, являющихся опасными отходами 3, 4 класса опасности, на территории Мурманской области.

Успешное решение всех поставленных задач позволит Правительству Мурманской области создать надежно функционирующую систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с нефтяными разливами, повысит надежность системы экологической безопасности населения Мурманской области и ее территории.

Литература

1. Об утверждении долгосрочной целевой программы «Охрана окружающей среды Мурманской области»: постановление Правительства Мурманской области от 15.09.2010 N 417-ПП/14 на 2011-2016 годы» (ред. от 30.09.2013) [электронный ресурс]. Режим доступа: [<http://mpr.gov-murman.ru/programs/dcp/index.html>] (дата обращения 01.12.13).
2. Селин В.С. Взаимодействие глобальных, национальных и региональных экономических интересов в освоении Севера и Арктики / В.С. Селин, В.В.Васильев / Ин-т экон. проблем Кольского НЦ РАН. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2010. 191 с.

3. Уткова М.А. Европейский Север: инновационное освоение морских ресурсов (образование-наука-производство): Материалы междунар. науч.-практ. конференции. Мурманск, 13-18 марта 2013 г. / М.А. Уткова, П.Ю. Утков / Мурман. гос. тех. ун-т. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. С. 303-308.
4. Уткова М.А. Проблемы и перспективы социально-экономического развития субъектов РФ на современном этапе: материалы 8 межрегиональной НПК. 26 апреля 2013 г. / М.А. Уткова, П.Ю. Утков / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. И.А. Максимцева. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2013. С. 453-456.
5. Государственная программа Мурманской области «Охрана окружающей среды и воспроизводство природных ресурсов» (ПРОЕКТ 2014-2020 гг.) [электронный ресурс]. Режим доступа: [<http://mpr.gov-murman.ru/programs/dcp/index.html>] (дата обращения 01.12.13).

Ушаков М.В.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН,
г. Магадан
mvilorich@narod.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ХОЛОДНОГО СЕЗОНА НА РОССИЙСКОМ ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

На социально-экономическое развитие тех или иных регионов Земли значительное влияние оказывает климат и его изменчивость. Особенно подвержены отрицательному влиянию холода государства, расположенные в субарктических и умеренных широтах (большие затраты на обогрев помещений и промышленного оборудования, ограниченные сроки морской и речной навигации, дискомфортные условия труда и проживания, трудности ведения сельского хозяйства и пр.).

Климат Дальневосточного экономического района СССР был детально описан в (Климатические, 1979). В начале 1980-х гг. в работе (Гневко, 1981) для территории всего Советского Союза были сформированы и обработаны многолетние ряды продолжительности отопительного периода.

Как известно, во второй половине XX века на планете начался процесс глобального потепления (Израэль и др. 1979), в том числе и на большей части Северо-Восточной Азии (Пономарев и др. 2005). Поэтому в данной работе ставится цель проанализировать климатические изменения термического режима холодного периода на территории Российского Дальнего Востока.

Для исследуемой территории характерно широкое распространение многолетней мерзлоты, существование которой обусловлено прошлыми и современными климатическими условиями.

Термические условия зимы в исследуемом регионе характеризуются, прежде всего, длительными периодами низких температур, наблюдающихся одновременно на значительных территориях. Антициклонический тип погоды обуславливают зимой наиболее низкие температуры не только на севере, но и на юге. Только в южной половине о. Сахалина, п-ова Камчатки, а также на части побережья Охотского, Берингова и Японского морей зимой несколько теплее за счет проникающих сюда теплых воздушных масс. О суровости зим можно судить по таблице 1.

Таблица 1

Температурные условия зимы (Климатические, 1979)

Город	Средний из абсолютных минимумов, °С	Абсолютный минимум, °С	Средний из абсолютных максимумов, °С
Якутск	-56	-63	-24
Магадан	-30	-36	-6
Хабаровск	-34	-43	-10
Владивосток	-25	-31	-0,6

По многолетним массивам температур воздуха взятым на официальном сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации-Мирового центра данных были рассчитаны ежегодные за 1951-2010 гг. продолжительности периодов со среднесуточной температурой воздуха ниже 0°C (морозный период) и ниже 8°C (отопительный период), а так же средние температуры воздуха за этот период в городах Якутск, Анадырь, Магадан, Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинск, Хабаровск, Владивосток.

По рядам продолжительности морозного периода были рассчитаны скользящие 30-летние средние, назовем их «условными нормами». Для удобства анализа полученные ряды представим в отклонениях от условной нормы, рассчитанной за 1951-1980 гг.

$$dF_i = \tilde{F}_i - \tilde{F}_{1980},$$

где i – годы (1980, 1981, ..., 2009, 2010); $\tilde{F}_{1980}$ – условная норма продолжительности морозного периода на 1980 г. (то есть рассчитанная за 1951-1980 гг.), сут.; $\tilde{F}_i$ – условная норма продолжительности морозного периода по состоянию на i -й год, сут.

Во всех городах отмечается статистически значимый тренд на сокращение морозного периода. Сравнение условных норм, рассчитанных за периоды 1951-1980 и 1981-2010 гг., показало, что морозный период уменьшился на 4-10 суток, а средние температура воздуха этого периода повысились на 0.2-1.7°C (табл. 2).

Таблица 2

Климатические изменения температурного режима холодного периода
на территории Дальнего Востока

Город	Средняя продолжительность морозного периода, сут. Средняя температура воздуха морозного периода, °C		Средняя продолжительность отопительного периода, сут. Средняя температура воздуха отопительного периода, °C	
	за 1951-1980 гг.	за 1981-2010 гг.	за 1951-1980 гг.	за 1981-2010 гг.
Якутск	<u>216</u> -25.7	<u>211</u> -24.0	<u>255</u> -21.2	<u>250</u> -19.7
Анадырь	<u>241</u> -10.1	<u>234</u> -9.9	<u>311</u> -10.6	<u>301</u> -10.5
Магадан	<u>215</u> -11.2	<u>207</u> -10.6	<u>285</u> -7.4	<u>279</u> -6.8
Петропавловск-Камчатский	<u>162</u> -4.9	<u>152</u> -4.5	<u>260</u> -1.5	<u>255</u> -0.9
Южно-Сахалинск	<u>154</u> -8.7	<u>150</u> -7.9	<u>231</u> -4.4	<u>226</u> -3.8
Хабаровск	<u>160</u> -13.4	<u>155</u> -12.5	<u>211</u> -9.1	<u>205</u> -8.4
Владивосток	<u>136</u> -8.2	<u>132</u> -7.3	<u>203</u> -4.1	<u>199</u> -3.3

Аналогичный анализ был проведен и для продолжительности отопительного периода. Средняя продолжительность отопительного периода сократилась на 4-10 дней, а средние температуры воздуха повысились на 0.1-0.8°C (см. табл. 2).

Условные нормы продолжительности отопительного периода хорошо связаны с условными нормами среднегодовой температурой воздуха (табл. 3). По полученным формулам можно подсчитать продолжительности отопительного периода при различных сценариях повышения среднегодовой температуры воздуха в XXI веке (рис. 4). Как видно на этих графиках, наиболее чувствительны к изменениям климата гг. Анадырь, Петропавловск-Камчатский.

Таблица 3

Уравнения связи условных норм продолжительности отопительного периода
с условными нормами среднегодовых температур воздуха

Город	Уравнение*	Коэффициент корреляции
Якутск	$\tilde{H} = 227.5 - 2.66\tilde{T}$	0.98
Анадырь	$\tilde{H} = 203.4 - 14.18\tilde{T}$	0.92
Магадан	$\tilde{H} = 258.0 - 7.95\tilde{T}$	0.96
Петропавловск-Камчатский	$\tilde{H} = 286.0 - 12.16\tilde{T}$	0.99

Южно-Сахалинск	$\tilde{H} = 248.2 - 7.99\tilde{T}$	0.95
Хабаровск	$\tilde{H} = 221.0 - 6.33\tilde{T}$	0.99
Владивосток	$\tilde{H} = 226.6 - 5.58\tilde{T}$	0.94

Примечание: $\tilde{H}$ – условная норма продолжительности отопительного периода, рассчитываемая за 30 лет, сут.;
 $\tilde{T}$ – условная норма среднегодовой температуры воздуха, рассчитываемая за 30 лет, °С.

Таким образом, современное глобальное потепление климата ощутимо сказалось на температурном режиме холодного периода на территории Российского Дальнего Востока (продолжительность морозного и отопительного периодов уменьшилась на 4-10 дней, а так же повысились средние температуры воздуха для этих периодов). Эти изменения могут позволить улучшить социально-экономическую обстановку в исследуемом регионе, в том числе и сократить выбросы в атмосферу загрязняющих веществ топливно-энергетическим комплексом.

Литература

1. Гневко Г.Т. Средняя месячная температура воздуха и продолжительность отопительного периода с температурой воздуха ниже 8 градусов для экономических районов СССР. Часть II. Восточная Сибирь и Дальний Восток. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1981. 99 с.
2. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология, 2001. № 5. С. 5-22.
3. Климатические параметры Сибирского и Дальневосточного экономических районов. Науч.-справоч. пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 390 с.
4. Пономарев В.И., Каплуненко Д.Д., Крохин В.В. Тенденции изменений климата во второй половине XX века в Северо-Восточной Азии, на Аляске и северо-западе Тихого океана // Метеорология и гидрология, 2005. № 2. С. 15-26.

Харитонов Г.Н.

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
Kharitonova@iep.kolasc.net.ru

В НАПРАВЛЕНИИ К «ЗЕЛеной ЭКОНОМИКЕ» В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ: ПРОМЫШЛЕННЫЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

В итоговых документах Конференции Организации Объединенных Наций (ООН) по устойчивому развитию, которая прошла в Рио-де-Жанейро в июне 2012 года, было представлено новое видение направления прогресса человечества на пути к устойчивому развитию на базе анализа достижений и учета вызовов, которые обрели реальность в течение двадцатилетия, минувшего с момента обоснования этой концепции обеспечения построения экономически, социально и экологически устойчивого будущего для нашей планеты («Будущее...», 2012). В стратегической перспективе до 2032 года усилия всех заинтересованных сторон добровольно должны быть направлены на формирование «зеленой» экономики и борьбу с нищетой на международном, национальном, субнациональном и местном уровнях управления при значительных различиях в задачах и инструментах для их решения на каждом из этих уровней.

На этом пути в будущем будет сохраняться существенное неравенство между странами с разной степенью развития экономики: развитыми, развивающимися и наименее развитыми, в том числе островными. Различия между ними в уровне жизни усилил мировой экономический кризис, из которого с 2007 года не могут выйти экономики развитых и развивающихся стран, и в настоящее время экономика в этих странах продолжает находиться в фазе высокой неопределенности. Наиболее серьезными последствиями кризиса стали массовая безработица в странах с развитой экономикой, особенно в государствах южной Европы и в новых странах - членах Европейского Союза, и экономия бюджетных расходов на социальные нужды, которые повлекли за собой снижение уровня жизни населения и рост бедности в этих странах. В развивающихся странах на втором витке кризиса, то есть, начиная с 2010 года, наблюдается резкое снижение темпов экономического роста. Например, в России темпы роста валового внутреннего продукта (ВВП) снизились с 7.5% в 2007 году до 1.3% в 2013 году, а прирост промышленного производства в 2013 году составил всего 0.3%. Вследствие

этого также замедлился рост доходов населения, а его высокий спрос на предметы потребления и недвижимость поддерживался только потребительскими и ипотечными кредитами. Согласно данным ООН в настоящее время на планете «1,4 миллиарда человек живет на 1.25 доллара США в день или меньше; полтора миллиарда человек не имеют доступа к электричеству; два с половиной миллиарда не имеют смывных туалетов; ежедневно почти миллиард человек голодает». Большинство людей в таких условиях сегодня проживает в слабо развитых странах Африки, Латинской Америки и юго-восточной Азии, а также в некоторых островных государствах («Будущее...», 2012). Бедность пятой части населения мира означает не только их неравноправное положение, личное неблагополучие и тяжелую долю по причине отрыва от благ цивилизации, но и отсутствие в этих странах рынков для сбыта товаров, которые производят развитые страны, что серьезно ограничивает экономический рост в них.

Поэтому в итоговом документе Конференции ООН по устойчивому развитию для развивающихся стран, к которым относится и Россия, и для слабо развитых стран сделано допущение или поправка: они могут прилагать усилия для развития «зеленой» экономики после удовлетворения их первоочередных потребностей, в том числе и в экономическом росте («Будущее...», с. 12). В связи с тем, что задачи по восстановлению экономики до докризисного уровня стоят почти перед всеми государствами, можно сделать вывод, что продвижение в направлении «зеленой» экономики будет происходить медленно, и будет определяться темпами экономического оживления в посткризисный период.

Между идеей развития «зеленой» экономики в контексте устойчивого развития и задачей по ликвидации нищеты присутствует очевидное противоречие, которое проявляется в несогласованности этих задач по масштабам и результатам. Термин «зеленая» экономика не представляет собой единого понятия, так как «экономика» или «народное хозяйство» - это набор отраслей и диверсифицированных производств на определенной территории или в конкретных государственных или административных границах, а «зелеными» из них могут быть только некоторые. Например, достаточно четко определено содержание понятие «зеленая» энергетика, экологически чистое строительство или переработка отходов производства и потребления, но никак не могут быть «зелеными» горнодобывающая, горно-химическая или горно-металлургическая отрасли промышленности, хотя бы потому, что полностью замкнутый цикл производства на них невозможен. Поэтому даже значительный прогресс в развитии «зеленой» энергетике не вызовет масштабных изменений ни в уровне жизни населения, ни в качестве окружающей среды, как в глобальном, так и в национальном масштабе. Положительный эффект возможен только в региональном или в местном масштабе, но даже на субнациональном уровне его вряд ли можно достичь, если на территории региона функционирует хотя бы одно горнопромышленное, металлургическое, топливно-энергетическое или химическое предприятие. Вне сомнения это верно для экономики северных субъектов федерации, на территории которых базовыми отраслями являются горнопромышленные и топливно-энергетические производства.

Одним из успешных примеров применения стратегии и инструментов перехода к «зеленой экономике» служит шведский город Мальме с трехсот тысячным населением, в котором уже сегодня «активно используют солнечную энергию, автобусы заправляют биогазом, строят умные дома и обогревают их сжигаемым мусором» («Зеленая» Германия, 2013). Кроме того, благодаря внедрению технологий устойчивого развития городу, экономика которого еще недавно находилась в упадке, удалось получить экономически экологический бизнес, способный генерировать «зеленые» рабочие места.

Попытки реализовать принципы «зеленой экономики» уже несколько лет предпринимаются и в других странах Скандинавии (Финляндия, Норвегия, Дания), а также в прибалтийских странах. На национальном уровне наиболее крупный шаг сделала Федеративная республика Германия, одолев план полного отказа от использования атомной энергетики к 2022 году и интенсивный переход к использованию возобновляемых источников энергии, с целью повысить их долю в структуре потребления энергии до 80%, что, по расчетам экспертов, обойдется бюджету страны и налогоплательщикам более чем в 1 триллион евро. Проект Германии, которую в еврозоне меньше всего затронул экономический кризис, лишний раз доказывает, что приступить к реализации перехода к «зеленой» экономике может только страна с сильной экономикой.

Другим важным направлением стратегии перехода к «зеленой» экономике является предложение к государствам мира разработать десятилетние планы действий по рациональным моделям производства и потребления, которое было обосновано в письме постоянного представителя при ООН от Бразилии (Десятилетие, 2012). В качестве основных путей, которые могут привести

к рационализации производства и потребления, указываются следующие: – информация для потребителей; – устойчивый образ жизни и образование; – рационализация государственных закупок; – экологически безопасное жилье и строительство; – устойчивый, в том числе экологический, туризм. Нельзя не заметить, что рационализация потребления по этим направлениям точно отвечает наблюдаемым ныне тенденциям в изменении потребностей населения в странах с высоким уровнем жизни. Для населения России эти потребности, несомненно, являются прогрессивным ориентиром по сравнению со стандартами уровня и образа жизни, достигнутого в странах с развитой экономикой. Кроме того, следует отметить, что предлагаемая рационализация означает создание новых рынков товаров и услуг на основе новых технологий, например, экологического жилья, экологически чистых продуктов питания, экологически чистого транспорта, услуг, предоставляемых особо охраняемыми природными территориями и других. Также бесспорно, что условием реализации этих направлений рационализации потребления является экологически чистая окружающая среда. Ответ на вопрос: насколько при этом может сократиться использование природных ресурсов – еще требует экономической оценки. Однако следует заметить, что любое уменьшение его объема будет несущественно мало с потреблением природных ресурсов для производства вооружений в странах с развитой экономикой и в развивающихся странах. Между тем проблема перехода к рациональной модели производства вооружений пока остается без рассмотрения в контексте устойчивого развития.

Переживаемые ныне российской экономикой экономические трудности затрудняют и отдалают реализацию перехода к «зеленой» экономике и использованию «зеленых технологий», но это не означает, что Россия и другие страны не должны стремиться к продвижению по этому направлению, которое, несомненно, позволит более рационально использовать природные ресурсы с меньшими последствиями для окружающей среды, повысит эффективность их использования и уменьшит количество отходов.

В Резолюции IV Всероссийского съезда по охране окружающей среды, который состоялся в начале декабря 2013 года в Москве и в его работе приняли участие свыше 3 тысяч делегатов, ими правительству Российской Федерации единодушно было рекомендовано разработать «Концепцию перехода Российской Федерации к «зеленой» экономике» и «План действий по переходу Российской Федерации к «зеленой» экономике (Резолюция, 2013). Также на съезде была принята Декларация о внедрении принципов «зеленой» экономики в Российской Федерации, в которой обосновываются причины необходимости перехода к «зеленой» экономике.

Среди них на первом месте указывается на необходимость обновления и развития технологического оборудования отраслей промышленности, транспортной и энергетической инфраструктур. Правительство страны, наконец, признало, что в настоящее время для российской экономики характерна деиндустриализация, то есть такое состояние, когда в стране перестали производить многие машины, на которых можно изготавливать другие машины и оборудование. Поэтому приходится их покупать за рубежом даже того же качества и производительности, которому когда-то не уступали отечественные машины. Таким образом, одной из основных причин деиндустриализации является технологическая отсталость российских отраслей машиностроения и их основных поставщиков: металлургии, химической промышленности и других. В связи с этим не согласиться с выводами А.А. Аузана, что «модернизация происходит от отчаяния», а «мировой кризис резко понизил ее вероятность» (Аузан А., 2009).

Несмотря на последствия экономического кризиса, стратегические планы правительства страны по решению проблемы технологической модернизации экономики остаются неизменными. Например, отличительной чертой грандиозных по масштабам стратегий и государственных программ по развитию макрорегионов Дальний Восток и Арктическая зона России является создание в них новых производств на современной технологической базе.

Научная и экологическая общественность страны не без основания озабочена тем, что при реализации планов нарастания объемов природопользования не будет соблюдаться приоритет экологической безопасности, то есть не будут внедрены наилучшие доступные природоохранные технологии, в том числе и технологии «зеленых» отраслей экономики: «зеленой» энергетики и системы обращения с отходами производства и потребления.

Особую тревогу, особенно у международной общественности, вызывает обеспечение экологической безопасности в Арктической зоне РФ. Как известно «Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 года» сегодня является головным документом государственного стратегического планирования, определяющим стратегические национальные приоритеты, в перечне которых «Экология живых систем и рациональное природопользование» находится только на восьмом месте, после национальной безопасности, экономического роста и других приоритетов

(Стратегия, 2009). Излагая «российские официальные подходы» заместитель Секретаря Совета Безопасности РФ недавно заявил, что важнейшим национальным интересом России в Арктике является превращение этого региона в главную ресурсную базу страны в XXI веке и одновременно в зону мирного сотрудничества (Назаров, 2013). В соответствии с утвержденной «Стратегией развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» основными результатами ее реализации должны стать: рост доли Арктической зоны РФ в валовом внутреннем продукте РФ с 5.6% в 2012 году до 14% в 2020 году; увеличение удельного веса региональной наукоемкой инновационной продукции (и услуг) в общем объеме продаж по сравнению с 2012 годом в 2.7 раза до 2.7%; повышение производительности труда более чем в 2.5 раза до 5.1 млн руб. на занятого в экономике зоны (Стратегия развития Арктической зоны РФ, 2013).

Следует заметить, что запланированное удвоение производительности труда может быть достигнуто только за счет увеличения мощности технологического оборудования и техники и однозначно означает рост его энерговооруженности. Даже при применении машин и оборудования, среднюю мощность единицы которого удастся снизить в результате внедрения научных разработок, для того чтобы получить намеченный в Арктической зоне РФ рост валового регионального продукта необходимо в разы нарастить производственную мощность за счет создания новых производств и расширения действующих производств. В свою очередь, для снижения средней мощности единицы технологического оборудования или машины, а, следовательно, повышения производительности оборудования без увеличения затрат энергии в расчете на его единицу, потребуется применение новых конструктивных материалов, например, чтобы уменьшить вес агрегата или машины, или новых химических реагентов и технологий для более полного извлечения полезных компонентов из руды. Другими словами, изменение коренной технологии в направлении экономии традиционных видов энергии в добывающих отраслях Арктической зоны РФ, предполагает первоочередное технологическое обновление на инновационной основе в обрабатывающих отраслях страны и, прежде всего, преодоление деиндустриализации. В связи с этим реализация крупных инвестиционных проектов по добыче полезных ископаемых и по развитию транспортной инфраструктуры в Арктической зоне РФ еще долго будет базироваться только на традиционных энергоносителях, а воспроизводимые источники энергии в лучшем случае могут быть использованы только в коммунальном хозяйстве и в автономных малых населенных пунктах.

Хрестоматийно, что значительное увеличение производственной мощности предприятий за счет технического перевооружения почти всегда влечет за собой рост отходов производства, если коренная технология не позволяет их снизить в расчете на единицу продукции. Если это сделать технически и технологически невозможно на современном уровне развития производительных сил и экономических возможностей страны и отдельных инвесторов, то существует два способа решения проблемы: заменить природный продукт искусственным, полученным с помощью химической технологии или применить совершенную технологию по очистке и нейтрализации отходов. Кардинальный способ решения экологических проблем и проблем природопользования предложен в итоговом документе Конференции ООН по окружающей среде, который заключается в рекомендации правительствам стран не оказывать государственной поддержки и не стимулировать инвестиционные проекты, которые не отвечают принципам рационального природопользования, то есть не базируются на передовых технологиях («Будущее...», 2012).

Как известно, в нефтегазовом комплексе Арктической зоны РФ основными игроками преимущественно будут государственные компании ОАО «НК «Роснефть» и ОАО «Газпром», ООО «Газпром нефть шельф». Сегодня именно к их природоохранной деятельности уже обращены претензии экологической общественности страны и мира. Одним из справедливых оснований для этого является тот факт, что в связи с многократным переносом во времени начала освоения арктических месторождений углеводородов оценка воздействия инвестиционных проектов на окружающую среду Арктики устарела и не соответствует параметрам наилучших доступных технологий в этих отраслях, которые быстро совершенствуются и обновляются за рубежом. Для объективности следует заметить, что сегодня в мире именно в нефтегазовой отрасли достигнут наибольший прогресс в разработке и в применении «зеленых» технологий, в том числе и для регионов добычи, расположенных в высоких широтах. Насколько эти технологии будут использованы в Арктической зоне РФ во многом зависит от государственного регулятора, который является совладельцем этих компаний. Проблему острой критики планов освоения Арктической зоны РФ, прежде всего, наращивания ее нефтегазового комплекса, можно было бы быстро ослабить за счет большей прозрачности проектов оценки воздействия на окружающую среду государственных

компаний и технологий, которые будут применены. Если этого не происходит, то причина кроется в явно наблюдаемой ныне олигархии федеральной власти и государственных компаний, которая сложилась при нынешней модели государственного регулирования экономики, и негативные последствия которой подробно объяснил Милтон Фридман в своем известном труде «Капитализм и свобода» (М.Фридман, 2006, 1962).

В связи с этим высока вероятность того, что покупка передовых технологий для государственных компаний будет осуществлена за счет государственного финансирования, например, из средств фонда национального благосостояния. Однако, частные инвесторы, у которых значительно меньше экономической свободы, чем у государственных компаний, также стремятся получить преференции от государства, в том числе и для стимулирования дорогостоящей экологической модернизации производства. Пока государство не предложило привлекательных преференций для частных компаний, поэтому их стратегия направлена на то, чтобы отодвигать во времени технологическую модернизацию и внедрение «зеленых» технологий «на конце трубы». В частности, скоординированными усилиями Российского Союза промышленников и предпринимателей и Торговой промышленной палаты, которые лоббируют интересы крупного частного бизнеса в нашей стране, удалось перенести сроки принятия Проекта Федерального закона N 584587-5 "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий» на 2017 год, то есть на второй этап реализации государственной программы по развитию Арктической зоны РФ.

К качестве неравноценной по эффективности меры принятой правительством РФ, можно указать поручение во исполнение Послания Президента Федеральному Собранию 12 декабря 2013 года: разработать и утвердить комплекс мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий и внедрение современных технологий, предусмотрев, в том числе меры технического и экологического регулирования.

Таким образом, на первом этапе до 2015 года главными задачами в обеспечении экологической безопасности Арктической зоны, будут меры по научному обеспечению разработки и внедрения новых техники, технологий и материалов, адаптированных к природно-климатическим условиям Арктики; восстановление системы государственного мониторинга состояния окружающей среды и усиление экологического надзора за предприятиями, осуществляющими деятельность в Арктической зоне.

Необходимость сосредоточенности на научном обеспечении обусловлена отсутствием однозначности и несомненности в ходе процесса изменения климата в высоких широтах планеты и его параметрах и недостатком научных данных о функционировании морских и наземных экосистем в прибрежных районах зоны и их современном экологическом состоянии. Дефицит данных об допустимых антропогенных нагрузках на все виды биоты региона на основе экосистемного подхода не позволяет обосновать технические и технологические нормативы рационального природопользования и охраны окружающей среды и на их основе проектировать и строить новые и модернизировать действующие производства.

Литература

1. *Аузан А.А.* Модернизация от отчаяния. <http://lib.rus.ec/a/178364>
2. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции. A/CONF.216/L.1. www.uncsd2012.org
3. «Десятилетние рамки программ по рациональным моделям потребления и производства». Письмо Постоянного представителя Бразилии при Организации Объединенных Наций от 18 июня 2012 года на имя Генерального секретаря Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию. A/CONF.216/5*. https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-5_russian.pdf.
4. «Зелёная» Германия: пилотный проект Европы. http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=62917#.UvkYeLRN_BE
5. *Милтон Фридман.* Капитализм и свобода. М.: Новое издательство, 2006. 240 с.
6. *Назаров В.П.* Приоритеты развития Арктической зоны Российской Федерации. http://www.russiancouncil.ru/common/upload/NazarovVP_Arctic031213.pdf.

7. Резолюция IV Всероссийского съезда по охране окружающей среды. Москва, 2-4 декабря 2013 г. <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=131936>
8. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537. <http://www.minregion.ru>
9. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	Стр. 5
Секция 3	
ГЕОХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Амосов П.В., Новожилова Н.В. ПРОГНОЗ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ 3-Х ЯРУСНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ОЯТ БИЛИБИНСКОЙ АЭС.....	9
Андрианов В.А., Арчegov В.Б. К ФОРМИРОВАНИЮ РОССИЕЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОТРАСЛИ В АРКТИКЕ.....	13
Белкина Н.А., Ефременко Н.А. ЖЕЛЕЗО В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	17
Бородулина Г.С., Токарев И.В., Мазухина С.И. ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА НА ВОДНЫЙ И СОЛЕВОЙ БАЛАНС МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ.....	21
Василевич М.И., Безносиков В.А., Кондратенко Б.М. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	25
Волокитин М.П. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ.....	28
Габов Д.Н., Безносиков В.А., Груздев И.В., Яковлева Е.В. НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТУНДРОВЫХ ТОРФЯНИКАХ.....	32
Горбачева Т.Т., Кравченко А.М., Киселева Е.О. АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	35
Горбачева Т.Т., Ершов В.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ДОЖДЕВЫХ ВЫПАДЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ ВОД В ТЕХНОГЕННЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	40
Гринштейн И.Л., Землянкина А.С., Коркина Д.А. ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	43
Дину М.И. ИНАКТИВАЦИЯ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПОЧВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	43
Драганов Д.М., Новиков М.А. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ	45

ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС БАРЕНЦЕВА МОРЯ....

Ефименко О.С., Ефименко С.А., Макаров Д.В. ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРОБОВАНИЯ – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ ДОБЫЧИ РУД НА РУДНИКАХ ТОО «КОРПОРАЦИЯ КАЗАХМЫС».....	49
Зобков М.Б. ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ГУМУСНОСТИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	53
Ильминских Н.Г., Таратынов Д.В., Иванова А.Г. ТЕХНОГЕННЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ ПОЧВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ НА СЕВЕРЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И РЕМЕДИАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ.....	58
Калинкин А.М., Мазухина С.И., Гуревич Б.И., Калинкина Е.В., Тюкавкина В.В., Серова Е.С. ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ШЛАКОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	62
Кокрятская Н.М. ГЕОХИМИЯ СЕРЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ УСТЬЯ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И БЕЛОГО МОРЯ.....	70
Комлева Е.В. УТИЛИЗАЦИЯ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ.....	74
Копылова Ю.Г., Евтюгина З.А., Гусева Н.В. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ.....	79
Кошкина Л.Б., Сулименко Л.П., Маслобоев В.А. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНО-РУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	83
Курбанова Ф.Г., Шумкова М.В. СРАВНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПРИМИТИВНЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»	83
Лебедев И.Е. ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г. МУРМАНСКА.....	87
Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Краснова Е.Д. СЕРОВОДОРОДНОЕ ЗАРАЖЕНИЕ ОЗЕРА «КИСЛО-СЛАДКОЕ» (ББС МГУ).....	89
Мазухина С.И., Максимова В.В., Маслобоев В.А., Хайтов В.М., Чудненко К.В. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ.....	93
Мазухина С.И., Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Максимова В.В. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН НЕКОНДИЦИОННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД ХИБИНСКОГО МАССИВА.....	97
Маслобоев А.В., Ладик А.С. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЯТНА МУТНОСТИ ПРИ ДАМПИНГЕ И ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА АКВАТОРИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	102
Маслобоев В.А., Бакланов А.А., Мазухина С.И., Ригина О.Ю., Амосов П.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЧИСЛЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА АНОФ-2.....	106

Мухамеджанова Е.Р., Махура А.Г., Смышляев С.П. КЛИМАТОЛОГИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЫСОТЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ И ДАННЫХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ.....	107 111
Попова Л.Ф., Коробицина Ю.С. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ АРКТИКИ	115
Потапова И.Ю. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД.....	118
Рузанов В.Т. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОСВОЕНИИ ОЗЕР ЧУКОТКИ.....	
Рыбалко А.Е. Федорова Н.К. ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ И ПРИДОННЫХ ВОД КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ – РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА 2005-2012 гг.	122
Светлов А.В., Красавцева Е.А., Селезнев С.Г., Макаров Д.В., Маслобоев В.А. ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)	127
Слуковская М.В., Иванова Л.А., Кременецкая И.П., Горбачева Т.Т. ЭКОНОМИКО- ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	131
Сулименко Л.П., Кошкина Л.Б., Мингалева Т.А., Маслобоев В.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОХИМИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА МИГРАЦИЮ МОЛИБДЕНА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА.....	136
Титова К.В., Кокрятская Н.М. ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БЕЛОЕ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)	138
Толстиков А.В., Чернов И.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА БЕЛОГО МОРЯ	
Утков П.Ю., Уткова М.А., Попова С.В., Красавина К.Н. ФУРОШИКИ - АЛЬТЕРНАТИВА ЭКОСУМКАМ.....	141
Уткова М.А. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НАШИ 9 ШАГОВ К 100-ЛЕТИЮ» В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ АКАДЕМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	145
Фрумин Г.Т. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ БОЛЬШАЯ НЕВА	
	149
Секция 4	
ЧЕЛОВЕК В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ	151
Александрова Е.Ю., Уткова М.А., Утков П.Ю., Дмитриева О.М., Садовникова Е.В., Еника В.А. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЦЕНТРИЧНОГО МЫШЛЕНИЯ: «ЧТО, ЕСЛИ...?»	
Белишева Н.К., Талыкова Л.В. СВЯЗЬ НЕКОТОРЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДОВ	155

БЕРЕМЕННОСТИ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.....	
Гущин И.В., Никанов А.Н., Сюрин С.А. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ДОБЫЧУ И ПЕРЕРАБОТКУ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД.....	157
Дидык В.В., Исаева Л.Г. О МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОЕКТЕ ПО ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АРКТИКЕ.....	160
Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Прокопьев Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРИРОДЫ	163
Завадская Т.С., Белишева Н.К. ЗАВИСИМОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ.....	165
Змеева О.В. МИГРАНТЫ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА: ИДЕНТИЧНОСТЬ, АДАПТАЦИЯ, ИНТЕГРАЦИЯ	169
Иванова Л.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА В РЕГИОНАХ ПРИ ПОМОЩИ РЕЙТИНГА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ....	173
Ключникова Е.М. НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕМ РЕГИОНЕ.....	176
Луговая Е.А., Степанова Е.М. ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗМА ЖИТЕЛЕЙ Г. МАГАДАНА ИЗ ЧИСЛА КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА....	178
Мартынова А.А., Пряничников С.В., Михайлов Р.Е. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	182
Петрашова Д.А., Пожарская В.В., Белишева Н.К. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО АНАЛИЗУ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЯДЕР В ЛИМФОЦИТАХ ПЕРЕФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ И БУККАЛЬНОМ ЭПИТЕЛИИ У РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	186
Петров В.Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В Г. АПАТИТЫ И Г. СЕРПУХОВЕ.....	190
Преминина Я.К. ПРОБЛЕМЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА	194
Разумова И.А. ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ КЛАДБИЩ (ПО МАТЕРИАЛАМ СОЦИАЛЬНО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛЫХ ГОРОДОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)	198
Утков П.Ю. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ.....	203
Уткова М.А. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НАШИ 9 ШАГОВ К 100-ЛЕТИЮ» В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ АКАДЕМИЧЕСКОГО	207

УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА..... 211

**Уткова М.А., Сясько А.В., Ткаченко Ю.В. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В
РЕГИОНЕ.....**

**Ушаков М.В. СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ХОЛОДНОГО СЕЗОНА НА РОССИЙСКОМ ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

**Харитонов Г.Н. В НАПРАВЛЕНИИ К «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ» В СЕВЕРНЫХ
РЕГИОНАХ: ПРОМЫШЛЕННЫЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....**

CONTENT

FOREWORD	Стр. 7
Session 3	
GEOCHEMISTRY OF NATURAL MEDIA, MODELLING OF NATURAL PROCESSES AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION	
Amosov P.V., Novozhilova N.V. FORECAST OF PERMAFROST THERMAL CONDITIONS DURING THREE-STOREYED DISPOSAL OF SNF OF BILIBINSKAYA ATOMIC POWER PLANT	9
Andriyanov V.A., Archegov V.B. ON ESTABLISHING OF HIGH-TECH INDUSTRY BY RUSSIA IN THE ARCTIC	13
Belkina N.A., Efremenko N.A. IRON IN WATER AND SEDIMENTS OF VYGOZERSKOYE RESERVOIR	17
Borodulina G.S., Tokarev I.V., Mazukhina S.I. IMPACT OF GROUND-WATER FLOW ON WATER AND SALT BALANCE OF KARELIAN SMALL LAKES	21
Vasilevich M.I., Beznosikov V.A., Kondratenok B.M. CHEMICAL COMPOSITION OF SNOW COVER IN THE TAIGA ZONE OF THE KOMI REPUBLIC	25
Volokitin M.P. CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL SOLUTIONS OF GREY FOREST SOILS	28
Gabov D.N., Beznosikov V.A., Gruzdev I.V., Yakovleva E.V. LOW-MOLECULAR ORGANIC COMPOUNDS IN TUNDRA PEATLADS.....	32
Gorbacheva T.T., Kravchenko A.M., Kiseleva E.O. ORGANIC MATTER ANALYSIS IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS OF THE KOLA PENINSULA	35
Gorbacheva T.T., Ershov V.V. LONG-TERM DYNAMICS OF RAIN PRESIPITATIONS AND GROUND WATERS IN TECHNOGENIC WOODLANDS OF THE KOLA PENINSULA	40
Grinshtein I.L., Zemlyankina A.S., Korkina D.A. APPLICATION OF SPECTRAL METHODS TO ENVIORNEMNTAL RISK ASSESSMENT OF PHOSPHORUS FERTILIZER PRODUCTION WASTES.....	43
Dinu M.I. INACTIVATION OF TOXIC METALS BY SOIL ORGANIC MATTERS ON THE KOLA PENINSULA.....	45
Draganov D.M., Novikov M.A. METHODOLOGICAL APPROACHES TO CREATION OF AN WATER MASS POLLUTION ELECTRONIC ATLAS OF THE BARENTS SEA.....	49
	53

Yefimenko O.S., Yefimenko S.A., Makarov D.V. NUCLEAR –GEOPHYSICAL TECHNOLOGIES OF TESTING AS AN IMPORTANT TOOL FOR DECREASE OF ENVIRONMENTAL EFFECTS FROM ORE PRODUCTION IN MINES OF THE KAZAKHMYS CORPORATION LLC.....	58
Zobkov M.B. HUMUS CONTENT REMOTE ASSESSMENT IN NATURAL WATER USING GEOINFORMATION MODELING	62
Ilminskikh N.G., Taratynov D.V., Ivanova A.G. TECHNOGENIC SOIL HALOGENESIS IN OIL DEPOSITS OF THE NORTH AND TECHNOLOGICAL RECULTIVATION AND REMEDIATION METHODS FOR SALINE SOILS	66
Kalinkin A.M., Mazukhina S.I., Gurevich B.I., Kalinkina E.V., Tyukavkina V.V., Serova E.S. BINDING COMPOSITIONS USING MECHANICALLY ACTIVATED SLAGS OF NON-FERROUS METAL PRODUCTION IN THE MURMANSK REGION: EXPERIMENTAL STUDIES AND PHYSICO-CHEMICAL MODELING	70
Kalinkin A.M., Mazukhina S.I., Gurevich B.I., Kalinkina E.V., Tyukavkina V.V., Serova E.S. BINDING COMPOSITIONS USING MECHANICALLY ACTIVATED SLAGS OF NON-FERROUS METAL PRODUCTION IN THE MURMANSK REGION: EXPERIMENTAL STUDIES AND PHYSICO-CHEMICAL MODELING	74
Kokryatskaya N.M. MEDIUM GEOCHEMISTRY IN SURFACE PRECIPITATIONS OF NORTH DVINA DEBOUCHEMENT AND THE WHITE SEA.....	79
Kolmleva E.V. NUCLEAR WASTE DISPOSAL	83
Kopylova Yu.G., Yevtyugina Z.A., Guseva N.V. CHEMICAL COMPOSITION AND CONDITIONS FOR GROUND WATER FORMATION ON THE TERRITORY SUBJECTED TO AIR-BORNE INDUSTRIAL POLLUTION	83
Koshkina L.B., Sulimenko L.P., Masloboev V.A. GEOCHEMICAL BARRIERS BASED ON NATURAL RAW MATERIALS FOR DEVELOPMENT OF WATER MANAGEMENT STRATEGY FOR MINING ENTERPRISES	87
Kurbanova F.G., Shumkova M.V. COMPARISON OF GEOCHEMICAL CONDITIONS OF MULTIPLE-AGED PRIMITIVE SOILS OF KIVACH RESERVE	89
Lebedevich I.E. DYNAMICS OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN MURMANSK	93
Losyuk G.N., Kokryatskaya N.M., Krasnova E.D. HYDROSULFURIC POLLUTION OF LAKE KISLO-SLADKOJE	97
Mazukhina S.I., Maksimova V.V., Masloboev V.A., Khaitov V.M., Chudnenko K.V. HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF WATERS IN KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA	102
Mazukhina S.I., Masloboev V.A., Chudnenko K.V., Maksimova V.V. STUDIES OF POSSIBLE REASONS FOR NONCONDITIONAL CHEMICAL COMPOSITION OF NATURAL WATERS OF THE Khibiny Massif	106
	107
	111

Masloboev A.V., Ladik A.S. DATA MODELING SYSTEM FOR TURBIDITY SPOT DISTRIBUTION DURING DUMPING AND CONSTRUCTION WORKS IN WATER AREAS	115
Masloboev V.A., Baklanov A.A., Mazukhina S.I., Rigina O.Yu., Amosov P.V. RESULTS OF PRELIMINARY ANALYSIS OF NUMERICAL EXPERIMENTS UNDER THE DUSTING PROCESSES OF TAILING DUMPS OF ANPP-2	118
Mukhamedzhanova E.P., Makhura A.G., Smyshlyaev S.P. CLIMATOLOGY OF VARIABILITY OF ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER HEIGHT: ANALYSIS OF RESULTS OF NUMERICAL WEATHER FORECAST AND DATA ON VERTICAL SOUNDING OF THE ATMOSPHERE	122
Popova L.F. Korobitsyna Yu.S. HEAVY METAL CONTAMINATION OF SOILS IN THE ARCTIC	127
Potapova I.Yu. CHEMICAL COMPOSITION OF LYSIMETER WATERS	
Ruzanov V.T. ENVIRONEMNTAL RISKS AND SAFETY FOR LAKE DEVELOPMENT IN CHUKOTKA	131
Rybalko A.E., Fedorova N.K. GEOCHEMISTRY OF SEDIMENTS AND BOTTOM WATERS IN KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA – MONITORING RESULTS FOR 2005 – 2012	136 138
Svetlov A.V., Krasavtseva E.A., Seleznev S.G., Makarov D.V., Masloboev V.A. TECHNOLOGIES AND POSSIBILITIES FOR EXTRACTION OF NON-FERROUS METALS FROM TECHNOGENIC DEPOSITS (USING EXAPLE OF INDUSTRIAL SITES OF THE MURMANSK REGION)	141 145
Slukovskaya M.V., Ivanova L.A., Kremenetskaya I.P., Gorbacheva T.T. ECONOMIC AND ENVIORNEMNTAL ASPECTS OF PHYTO-RECUITIVATION TECHNOLOGY USING MINING WATES IN THE IMPACT ZONE OF NON-FERROUS METAL-PRODUCITON PLANTS	149
Sulimenko L.P., Koshkina L.B., Mingaleva T.A., Masloboev V.A. IMPACT ASSESSMENT OF DEPOSIT GEOCHEMISTRY AND TECHNOGENIC LOAD ON MOLIBDENIUM TRANSFER IN NATURAL OBJECTS UNDER CONDITIONS OF AN OPERATING MINING INDUSTRY	151
Titova K.V., Kokryatskaya N.M. GEOCHEMICAL BEHAVIOUR OF ACTIVE IRON IN WATER AND SEDIMENTS OF LAKE BELOYE (THE ARKHANGELSK REGION)	155
Tolstikov A.V., Chernov I.A. MODELING OF THE ICE COVER OF THE WHITE SEA	157
Utkov P.Yu., Utkova M.A., Popova S.V., Krasavina K.N. FUROSHIKI AS AN ALTERNATIVE FOR ECOBAGS	160

Frumin G.T. PERMITTED LIMIT CONCENTRATIONS OF HEAVY METALS IN RIVER BOLSHAYA NEVA.....	163 165
Session 4	
HUMAN BEING IN THE FAR NORTH: SOCIAL, ECONOMIC AND MEDICAL ASPECTS	169
Aleksandrova E., Yu., Utkova M.A., Utkov P.Yu., Dmitrieva O.M., Sadovnikova E.V., Enika V.A. FORMING OF ECOCENTRIC WAY OF THINKING: “WHAT IF...?”	173
Belisheva N.K., Talykova L.V. CORRELATION OF SOME PATHOLOGICAL PREGNANCY TERMINATIONS WITH THE SOURCES OF IONIZING RADIATION IN THE ENVIRONMENT	176
Gushchin I.V., Nikanov A.N., Syurin S.A. PROFESSIONAL RISK IN THE COPPER-NICKEL PRODUCITONA AND PROCESSING ENTERPRISES OF THE KOLA SUBARCTIC REGION	178 182
Didyk V.V., Isaeva L.G. ON AN INTERNATIONAL PROJECT ON ENVIRONMENTAL AND SOCIAL PROBLEMS OF MINING ACTIVITIES IN THE ARCTIC	186
Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Prokopjev E.A. MODELLING OF ECONOMY-NATURE INTERRELATIONS	190 194
Zavadskaya T.S., Belosheva N.K. DEPENDANCE OF ORGANISM FUNCTIONAL INDICES FROM SOLAR ACTIVITY PHASES	
Zmeeva O.V. MIGRANTS OF THE KOLA NORTH: IDENTITY, ADAPTATION AND INTEGRATION	198
Ivanova L.V. EFFICIENSY ASSESSMENT OF THE FOREST SECTOR IN THE REGIONS USING FOREST MANAGEMENT RATING	203
Klyuchnikova E.M. SCIENTIFIC BASIS FOR ENVIRONMENTAL –ECONOMIC POLICY OF MUNICIPALITIES IN A RESOURCE-PRODUCING REGION	207
Lugovaya E.A., Stepanova E.M. ELEMENT PROFILE OF THE ORGANISM OF THE MAGADAN CITIZENS AMONG INDIGENOUS PEOPLES OF THE NORTH....	209
Martynova A.A.Pryanichnikov S.V., Mikhailov R.E. IMPACT OF WORKING CONDITIONS ON FUNCTIONAL STATE OF BODY OD MINING UNDRUSTRY WORKERS IN THE MURMANSK REGION	211
Petrashova D.A., Pozharskaya V.V., Belisheva N.K. PRELIMINARY RESULTS OF ANALYSIS OF MICRONUCLEI CONTENT IN BLOOD LYMPHOCYTES AND IN BUCCAL EPITHELIUM OF MINING INDUSTRY WORKERS	

Petrov V.N. **COMPARATIVE ANALYSIS OF ILLNESS RATE OF THE POPULATION
IN MUNICIPALITIES OF APATITY AND SERPUKHOV**

.....

Preminina Ya.K. **PROBLEMS OF DEMOGRAPHIC STABILITY IN THE EUROPEAN
NORTH**

.....

Razumova I.A. **ISSUES OF TOWN CEMETRIES (USING THE DATA OF SOCIAL-
ANTHROPOLOGIC STUDIES IN SMALL TOWNS OF THE MURMANSK
REGION)....**

Utkov P.Yu. **FORMING OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC COMPETENCE
OF THE STUDENTS DURING INTERACTIONS WITH THE NATURAL
ENVIRONMENT OF THE NORTHERN REGIONS**

.....

Utkova M.A. **RESULTS OF THE PROJECT “OUR 9 STEPS FOR 100TH ANNIVERSARY”
IN THE SYSTEM OF ARTISTIC ENVIRONMENTAL AND NATURE
CONSERVATION ACTIVITIES FOR THE STUDENTS OF ACADEMIC UNIVERSITY
IN THE FAR NORTH**

.....

Utkova M.A., Syuasko A.V., Tkachenko Yu.V. **DEVELOPMENT STRATEGY FOR A
SYSTEM OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SAFETY IN THE REGION**

.....

Ushakov M.V. **PRESENT-DAY CHANGES IN THERMAL CONDITIONS OF THE COLD
SEASON IN THE RUSSIAN FAR EAST**

.....

Kharitonova G.N. **IN THE DIRECTION OF “GREEN ECONOMY” IN THE NORTHERN
REGIONS: INDUSTRIAL AND MANAGEMENT TECHNOLOGIES**