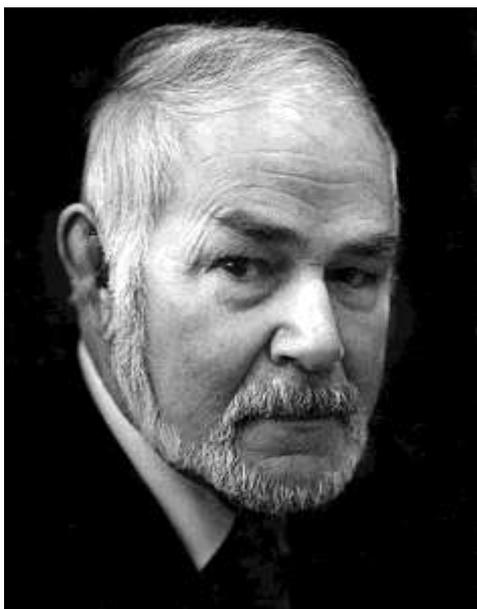


**ЭКОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЕ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ**



Российская академия наук
Уральское отделение
Архангельский научный центр
Институт экологических проблем Севера УрО РАН
Правительство Архангельской области
Российский фонд фундаментальных исследований



ЭКОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Материалы докладов
Всероссийской конференции с международным участием
(24 – 28 сентября 2012 года)

Посвящается памяти чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахина

Архангельск - 2012

УДК 574.3

ББК 20.1

Печатается по решению

Ученого совета Института экологических проблем Севера

Архангельского НЦ УрО РАН

ЭКОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ: Материалы докл. Всероссийской конференции с международным участием. (24 – 28 сентября 2012 года). – Архангельск, 2012. 274 с. – ISBN 978-5-9033764-41-9

В сборник вошли материалы по геоэкологии; химии и технологии природных соединений и анализу объектов окружающей среды; проблемам изучения биоразнообразия и состояния экосистем северных регионов; мониторингу окружающей среды арктических и приарктических территорий; социально-экономическим проблемам природопользования и экологии культуры Европейского Севера.

Конференция проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-05-06076-г)

ISBN 978-5-9033764-41-9



©Институт экологических проблем Севера
Архангельского НЦ УрО РАН, 2012
©Коллектив авторов, 2012

О ФЕЛИКСЕ НИКОЛАЕВИЧЕ ЮДАХИНЕ – УЧИТЕЛЕ И НАСТАВНИКЕ

Г.Н. Антоновская

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Для большинства из нас Феликс Николаевич Юдахин был учителем и наставником, человеком, к которому всегда можно обратиться за советом и помощью. Каждому, кто был знаком с Ф.Н. Юдахиным, есть что вспомнить о яркой, запоминающейся, неординарной и неповторимой личности выдающегося ученого-геофизика. Мне выпала честь быть одной из его учениц, а также работать с ним в одной лаборатории, в экспедициях.

Первая моя встреча с Феликсом Николаевичем состоялась при поступлении на работу в ИЭПС УрО РАН. Что я знала об этом человеке на тот момент? Конечно, я понимала, что передо мною директор Института, член-корр. РАН, профессор..., но представление о том, какой **величиной** в науке был Феликс Николаевич, какими выдающимися организационными способностями он обладал, получила уже позже.

Он был учителем, слушая и общаясь с которым можно было не только влюбиться в науку геофизику и в сейсмологию в частности, но и получить бесценные уроки ответственного отношения к делу, к научным исследованиям. Его энергетика ясно ощущалась каждым из нас, его желание заинтересовать слушателя, поделиться с ним всеми своими знаниями, зажечь любовь к науке – это не могло не восхищать. И при каждой встрече с ним все больше и больше понимаешь, что перед тобой не просто блестящий ученый, а человек, преданный науке безмерно, безгранично, без остатка.

Родился Ф.Н. Юдахин 15 сентября 1934г. в г. Яны-Курган Казахской ССР в семье служащих – потомков орских крестьян, которые переехали в Среднюю Азию после присоединения этих земель к России и стали русскими просветителями, учеными, инженерами. Склонность к научным исследованиям у Феликса Николаевича проявилась еще во времена учебы в МГРИ, когда он в 1955-56 гг. участвовал в экспедиции в Южном Казахстане.

После окончания института в 1957 г. Ф.Н. Юдахин был направлен на работу во вновь организованную Киргизскую геофизическую экспедицию Управления геологии Киргизской ССР, где проработал до 1975 года, пройдя путь от техника-геофизика (1957 г.) до главного инженера (1961 г.). Это время становления не только высококлассного специалиста-производственника, но и ученого.

В 1970 г. он защищает кандидатскую диссертацию. Под его руководством и при непосредственном участии широко развернулись комплексные геофизические исследования глубинного геологического строения горно-складчатого сооружения Тянь-Шаня и его межгорных впадин, разработаны методики интерпретации полученных данных с целью поисков полезных ископаемых и составления карт сейсмического районирования. Результаты данных исследований способствовали открытию новой в СССР Кокшаальской оловорудной провинции и нескольких крупных золоторудных месторождений. Материалы работ использованы при постановке поисковых работ на термальные воды и выборе мест бурения глубоких скважин для проведения гидрогеохимических и гидродинамических исследований с целью прогноза землетрясений. Феликс Николаевич принимал непосредственное участие при составлении «Карты тектонического районирования Юга СССР, масштаба 1:2500000//М.: ГУГК, 1974» и «Тектонической карты Юга СССР, масштаба 1:1000000//М.: ГУГК, 1975».

Следующие 18 лет Феликс Николаевич проработал в Институте сейсмологии Киргизской академии наук сначала заместителем директора, а с 1988 г. он директор этого Института и заместитель академика-секретаря Отделения физико-технических, математических и горно-геологических наук Президиума АН Киргизской ССР. В эти годы защищена докторская диссертация. В 1989 г. Ф.Н. Юдахин избирается членом-корреспондентом АН Кирг.ССР.

Под его руководством была разработана концепция коренного переоснащения сейсмологической службы республики, в несколько раз расширена сеть сейсмологических и геофизических станций, построена сейсмо-геофизическая обсерватория; организованы комплексные сейсмологические, геофизические и геологические исследования по сейсмическому районированию и прогнозу землетрясений. В соответствии с концепцией в конце 80-х годов в содружестве с американскими учеными был организован Бишкекский прогностический полигон по прогнозу землетрясений, самый совершенный в то время по оснащенности; создана научная школа «Закономерности проявления сейсмичности в горно-складчатых областях в связи с особенностями глубинного строения и современной динамики литосферы».

В эти годы идет строительство нового здания Института сейсмологии, где директор и проектировщик, и прораб, и строитель, и организатор «добровольных» Юдахинских субботников. Период работы в Институте был очень активным: больше возможностей для творческой работы, конференции, международное сотрудничество, аспиранты, задумки, планы. Удавалось все!

1991 г. – распад СССР... Трудно было решиться оставить все, что представляло суть и смысл жизни, но русский язык лишили статуса государственного. Вице-президент РАН академик Н.П. Лаверов и Председатель УрО РАН академик Г.А. Месяц круто изменили судьбу Ф.Н. Юдахина. В течение часа он принимает решение – в Архангельск! И с октября 1993 г. Феликс Николаевич директор ИЭПС УрО РАН и заместитель председателя Президиума Архангельского объединенного научного центра.

16 лет работы в Архангельске по напряженности сравнимы со всеми годами работы в Киргизии: разрушительные для государства 90-годы – все зыбко и неопределенно, всего лишь 3 года существования ИЭПС, нет традиций, только начаты фундаментальные исследования. Но, несмотря на все эти трудности, Институт стал настоящим академическим учреждением: созданы новые научные направления, развиваются международные сотрудничества, проводятся конференции, экспедиции, создана аспирантура, получено два здания, в стенах которых размещается ИЭПС УрО РАН, создан Архангельский научный центр УрО РАН, являющийся одним из немногих центров фундаментальной науки на Севере России. Во всем этом решающая роль Феликса Николаевича Юдахина.

В последние годы он активно занимался становлением науки сейсмологии на Севере России. Им развивались представления о природе континентальной внутриплитной сейсмичности; о важнейшем значении волноводов в верхней части земной коры для геодинамики, проявления сейсмичности и образования месторождений углеводородов и рудного сырья как на платформенных территориях, так и в горно-складчатых областях; о волновом характере поля горизонтальных напряжений, передаваемых от границ литосферных плит.

Под его руководством и личном участии была создана Архангельская сейсмическая сеть, основной задачей которой в настоящее время является сейсмический мониторинг природных и техногенных опасностей Западно-Арктического сектора РФ, изучение строения верхней части земной коры и литосферы в целом. В настоящее время сеть состоит из 11 стационарных сейсмических станций, оснащенных аппаратурой преимущественно мирового уровня; часть станций включены в Геофизическую службу РАН. На основе исследований в пределах Европейского Севера России сделан вывод, что современные геодинамические процессы и вызываемая ими сейсмичность являются важным фактором, порождающим серьезные техногенные последствия, учитывая наличие на Севере опасных объектов в виде хранилищ ядерных отходов, центра атомного судостроения со значительным скоплением отслуживших свой срок подводных лодок с

невыгружаемыми ядерными реакторами, протяженных трасс нефтепроводов, центрального космодрома Плесецк и др.

Феликс Николаевич создал научную школу «Микросейсмические исследования», на базе которой разработана методика использования эндогенных микросейсм для изучения строения земной коры и выявления активных разломов на платформенных территориях, заложены основы инженерно-сейсмологического направления исследований – разработана методика использования ветровых колебаний зданий для изучения их целостности и строения геологической среды.

Феликс Николаевич оставил большое наследие: монографии, статьи, патенты. На письменном столе всегда черновики, книги, журналы, которые нужны были для очередной статьи. Он писал остро, честно, смело, просто потому, что не мог иначе. Даже самая небольшая его работа дает возможность не только оценить необъятность научных интересов, его умение смотреть в корень любого вопроса, но и восхититься его непреодолимой напористостью в отстаивании ценности и важности развития науки сейсмологии на Севере России. В течение многих лет Ф.Н. Юдахин являлся руководителем работ по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН. Он подготовил 4 докторов и 10 кандидатов наук. В 2000 г. в ВАК ему присвоено звание профессора по специальности «Физика твердой Земли»...

Таким был Феликс Николаевич – человек открытый, искренний, прямой, в ряде вопросов бескомпромиссный и всегда остававшийся равнодушным к судьбе Российской науки, которую любил и которой служил до последних дней. Встреча с такими людьми, как Ф.Н. Юдахин, в силу масштаба их личности, даже недолгая их сопричастность твоей судьбе, обязательно меняют что-то в тебе самой, пусть даже совсем незаметно. А поэтому пока мы живем, они живут в нас, в наших мыслях и поступках. Память о блестящем и заинтересованном в учениках Учителе, смелом и преданном делу науке Ученом, неповторимом Человеке – Феликсе Николаевиче Юдахине – будет храниться в моем сердце. А дело, начатое им, будет продолжать жить!

За предоставление материалов и помощь в написании данной статьи благодарю глубокоуважаемую мной Лилию Анатольевну Юдахину, жену Феликса Николаевича, женщину, которая была бесконечно предана ему все эти годы...

Ф.Н. ЮДАХИН, ВОСПОМИНАНИЯ

Н.В. Шаров

Институт геологии КарНЦ, г. Петрозаводск

*Да, жизнь достойна
И поэзии, и прозы...
А смерть крушит
Подчас – богатырей.
Бессильна ярость,
И бессильны слезы,
Когда она
Маячит у дверей.*

Виталий Лазарев (1994)

С Феликсом Николаевичем познакомился в Архангельске на одной из первых конференций, организованных ИЭПС УрО РАН. С тех пор старался регулярно в них участвовать и подмечать заметный рост научных достижений сотрудников этого института. В его становлении и развитии, организации президиума АНЦ УрО РАН огромная заслуга Ф.Н. Юдахина. Наше знакомство быстро переросло в дружбу, чему способствовали общность научных интересов, встречи в Архангельске, Петрозаводске, Москве, Бишкеке. Бывая вместе в различных жизненных ситуациях, мы ближе узнали друг друга, подружились семьями.

Научную карьеру Феликса Николаевича можно разделить на два этапа: работа в Киргизии и в Архангельской области. Один из немногих ученых, он заслуженно имеет звание член-корр. АН Киргизии и член-корр. РАН. Большую часть жизни посвятил геолого-геофизическим исследованиям на территории Киргизии, здесь находятся и его родовые корни. Перед входом в Бишкекский университет стоит памятник деду – создателю первого русско-киргизского словаря. Отец долгое время возглавлял работы по сооружению каналов и орошению земель, что крайне актуально для стран Средней Азии. В последнюю командировку мы вместе посетили ухоженные могилы его родителей.

Путешествуя по Киргизии, Ф.Н. Юдахин много вспоминал о своей прежней работе. Его район сейсмически активен, разрушительные землетрясения и оползни здесь не редкость. При нем была развернута современная сеть цифровых сейсмологических станций, построено здание сейсмологического института. По его рекомендациям правительство республики принимало решения по предупреждению и ликвидации последствий землетрясений и оползней.

Налаженная жизнь и работа были прерваны разрушением СССР. Из республики изгонялись ненациональные кадры, несмотря на звания и заслуги. В спешном порядке уехала и семья Юдахиных. Спустя несколько лет мы приехали в Бишкек на конференцию по Средней Азии, организованную на базе РАН. В ней участвовал и новый директор Института сейсмологии. Прежний, сменивший Ф.Н. Юдахина, ушел в отставку. Вместе с директором ИГ УрО РАН В.И. Уткиным и Ф.Н. Юдахиным в субботу прибыли в институт сейсмологии по приглашению директора. Увидев «родное» здание, Феликс Николаевич заметно заволновался. Он обратил внимание на то, что высаженные деревья

подросли, а фасад института обветшал. В туалете отсутствовали унитазы: от них остались только дырки. Большой кабинет директора, мебель и содержимое со времен Ф.Н. Юдахина не изменились, стол накрыт для приема гостей. В ходе длительной беседы выяснилось, что в Киргизии не хватает квалифицированных научных кадров, инвестиций, требуются консультации Феликса Николаевича. Забыв о прежних обидах, он несколько дней провел в поездках по различным организациям, делясь опытом своей работы. В прошлом году мне вновь удалось посетить этот институт, унитазы были восстановлены, внутри отельных помещений произведен ремонт.

После Киргизии по рекомендации Н.П. Лаверова семья Юдахиных прибыла на работу в Архангельск. Научный опыт и организаторский талант Феликса Николаевичагодились здесь. Адаптация южанина на севере, встречи с поморами и областным руководством проходили непросто. Нужно было решить множество неотложных задач: найти и отремонтировать помещения для научных учреждений, подготовить кадров, выбрать тематику исследований. Со всем этим Ф.Н. Юдахин достойно справлялся, иногда в ущерб своему здоровью.

Благодаря своей увлеченности, стараниям и умениям, он поднял на высокий уровень геолого-геофизические исследования на севере России. Создание сети сейсмических наблюдений на территории Архангельской области позволяет решать широкий круг задач мониторинговых наблюдений. Изучая микросейсмы разнообразной природы, можно исследовать геологическую среду и конструктивную целостность зданий. Результаты этих работ, во многом уникальные, систематически публиковались и пополняются новыми данными, получаемыми многочисленными молодыми учениками Феликса Николаевича.

Отменная результативность работ Ф.Н. Юдахина, его института, президиума и организуемых им конференций в значительной мере объясняется широтой постановки задач и их решение на основе совокупности факторов и условий, определяющих изучаемые структуры, процессы и явления. Своими богатыми научными, методическими и общечеловеческими знаниями и опытом Феликс Николаевич щедро делился с коллегами – сверстниками и молодыми специалистами.

У Феликса Николаевича и Лилии Анатольевны Юдахиных большая и дружная семья. Они гордятся сыном и дочкой, внуками и подрастающими правнуками. Ф.Н. Юдахин, как его дед и отец, прожил достойную жизнь, оставив заметный след на нашей Земле.

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В *EMPETRUM HERMAPHRODITUM* HAGER. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЕЛОВЫЕ И СОСНОВЫЕ ЛЕСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Артемкина

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

Значительным антропогенным фактором, влияющим на условия произрастания растений в центральной части Мурманской области, является воздушное промышленное загрязнение (тяжелые металлы – Cu, Ni, сернистый газ – SO₂), связанное с деятельностью горно-металлургического комбината «Североникель» (г. Мончегорск). Промышленные выбросы служат одной из главных причин повреждения лесов. Для лучшего понимания возможных механизмов адаптации лесных сообществ, испытывающих техногенные воздействия, необходимо комплексное изучение реакций растений.

Empetrum hermaphroditum Hagerup является одним из доминантов нижнего яруса растительности северотаежных лесов Кольского полуострова. Вороника отличается высоким уровнем устойчивости к аэротехногенному загрязнению, и как следствие этого, её присутствие в зоне сильного разрушения лесных экосистем значительно, в то время как многие другие виды напочвенного покрова практически выпадают из состава сообщества [1]. Вороника, как и все представители семейства вересковых (*Ericaceae*), накапливает значительные концентрации фенольных соединений [2].

Фенольные соединения ответственны за адаптацию растений к окружающей среде [3]. Известно, что накопление фенолов является механизмом защиты от окислительного повреждения фотосинтетического аппарата в неблагоприятных условиях [4], в том числе, и в условиях загрязнения тяжелыми металлами [5]. Фенольные соединения могут использоваться как потенциальные биомаркеры загрязнения, так как на уровень их содержания может значительно влиять накопление тяжелых металлов [6,7,8].

Целью данной работы является выявление особенностей изменения содержания фенольных соединений в *E. Hermaphroditum*, произрастающей в северотаежных лесах Кольского полуострова в фоновых условиях и в условиях промышленного загрязнения выбросами медно-никелевого комбината «Североникель».

Объектам исследований послужили вегетативные органы *E. hermaphroditum*, произрастающей в сосняках и ельниках Кольского полуострова на разных стадиях их техногенной трансформации, обусловленных различным уровнем промышленного воздушного загрязнения выбросами медно-никелевого комбината «Североникель».

Главные лесообразующие породы на выбранных площадках *Pinus sylvestris* L. и *Picea obovata* Ledeb. Фоновые объекты представлены ельником зеленомошным (260 км от комбината) и сосняком кустарничково-зеленомошным (270 от комбината). Леса, подверженные воздушному загрязнению, представлены дефолирующими лесами и техногенными редколесьями. Идентифицированы 2 стадии дефолирующих лесов: интенсификации дефолиации - ельник кустарничково-зеленомошный (100 км) и сосняк кустарничково-лишайниковый (48 км) и затухания дефолиации – ельник злаково-кустарничковый (28 км) и сосняк кустарничковый (31 км). Техногенные редколесья представлены еловым (7 км) и сосновым (10 км) редколесьями.

Пробы отбирали в пятикратной повторности на стационарных мониторинговых площадках в конце августа 2003 года, в подкроновых и межкроновых пространствах. Из-за недостаточной для химического анализа массы, образцы корней ($n=5$) объединяли в одну среднюю пробу. Листья, побеги, корни разделяли вручную, заготовленные элементы хранили в холодильнике при температуре (-) 15°C. Измельченные образцы экстрагировали 80%-ным этанолом. Суммарный этанольный экстракт обрабатывали гексаном для удаления сопутствующих веществ (смолы, воска, пигменты и др.), мешающих анализу. Количественное определение фенольных соединений в образцах проводили фотоколориметрическим методом с реактивом Фолина-Чокальтеу на КФК-3 при длине волны 730 нм в кюветах с толщиной слоя 10мм. Концентрации представлены в пересчете на галловую кислоту.

Сравнительная характеристика содержания фенолов в органах *E. hermaphroditum* представлена на рис.1. Максимальное содержание фенольных соединений характерно для листьев *E. Hermaphroditum* текущего года. Происходит уменьшение концентраций фенольных соединений в листьях вороники по мере их старения. В побегах и корнях кустарничка содержится в среднем в 2-4 раза меньше фенолов, чем в листьях.

В результате исследования были определены пространственные (биогеоценотические и парцеллярные) различия в содержании фенольных соединений в листьях *E. hermaphroditum* в условиях техногенного загрязнения. При сопоставлении кустарничковых парцелл еловых и сосновых лесов установили, что концентрации фенолов в основном выше в листьях вороники, произрастающей в еловых лесах. В концентрации общих фенолов в воронике четко выраженные парцеллярные различия определены только для сосновых лесов, т.е. содержание фенолов в подкроновых пространствах сосновых лесов достоверно выше ($p<0.05$), чем в межкроновых.

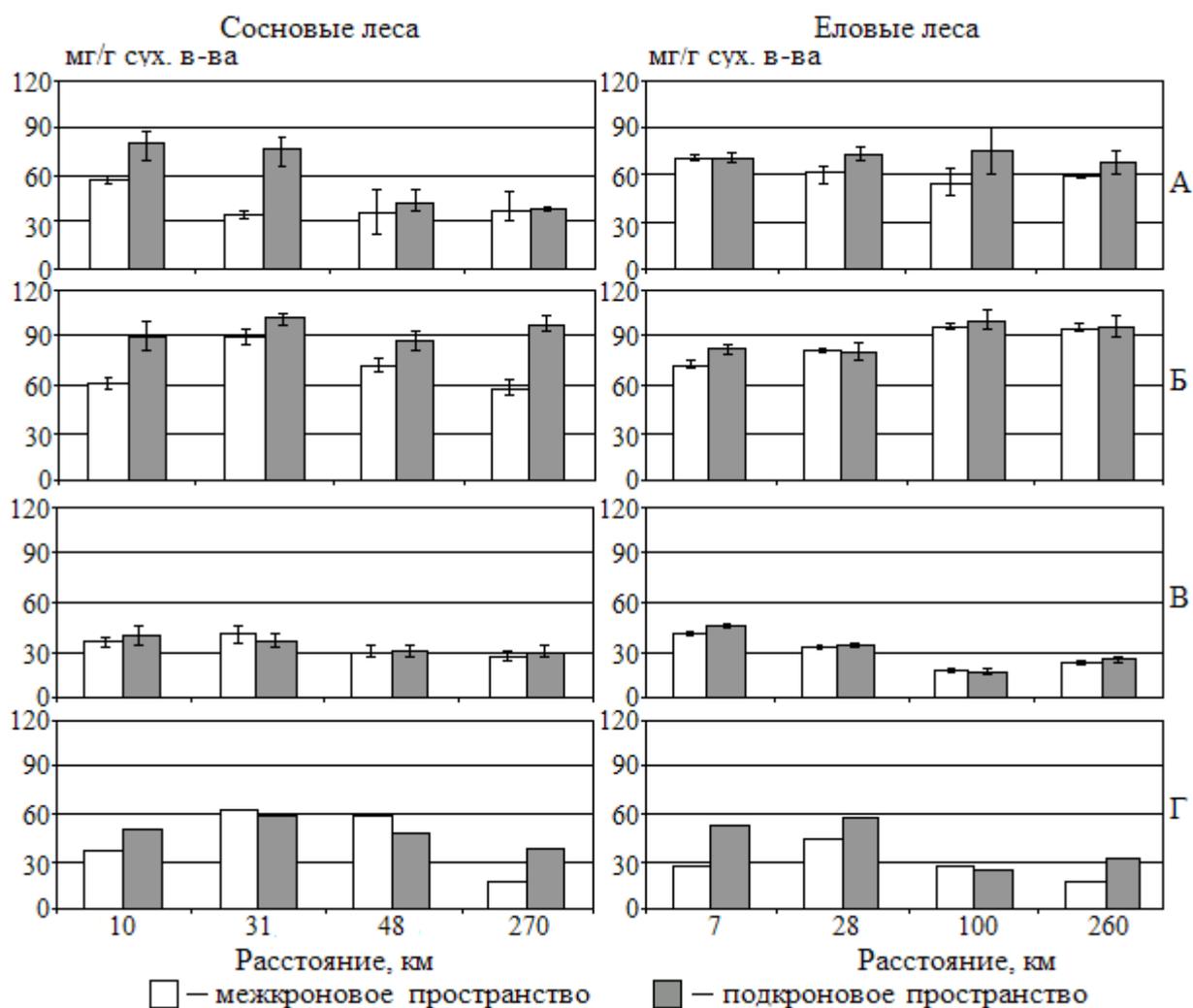


Рисунок 1. Содержание фенольных соединений в многолетних листьях (А), листьях первого (текущего) года (Б), побегах (В) и корнях (Г) *E. Hermaphroditum*. На рисунке представлены среднее содержание (n=5) и пределы вариации.

В сосновых лесах содержание фенольных соединений в многолетних листьях вороники в подкroновых пространствах вырастает в 2 раза на площадках, более подверженных техногенному воздействию (10 км и 31 км), по сравнению со стадией интенсификации дефолиации (48 км) и фоном (270 км) (рис.1.). В межкroновых пространствах отмечено значительное накопление фенольных соединений на стадии техногенного редколесья (10 км; 57.1 мг/г) по сравнению с остальными стадиями трансформации сосняков (31 км, 48 км, 270 км; в среднем 36.1 мг/г). Концентрация фенолов в листьях текущего года *E. Hermaphroditum* в подкroновых пространствах сосновых лесов на разных стадиях дигрессии колеблется незначительно и лежит в пределах 81.6-104.5 мг/г (коэффициент вариации (Cv) составляет 8.4%). В межкroновых пространствах сосняков происходит достоверное накопление общих фенолов на стадиях дефолиации – 48 км и 31 км по сравнению с фоном ($p < 0.05$). В зоне техногенного соснового редколесья содержание фенолов в листьях текущего года вороники в межкroновом пространстве снижается и сравнимо с фоновыми показателями.

В еловых лесах концентрации общих фенолов в многолетних листьях вороники в подкроновых и межкроновых пространствах при приближении к источнику загрязнения существенно не изменяются (коэффициент вариации (C_v) составляет 12.4% и 17.1% соответственно). При приближении к источнику загрязнения происходит уменьшение общего количества фенольных соединений в листьях текущего года, в подкроновом и межкроновом пространстве в среднем на 16% по сравнению с фоном.

В стеблях и корнях *E. hermaphroditum* еловых и сосновых лесов отмечен рост количества фенольных соединений в зоне техногенного редколесья в разных позициях ландшафта по сравнению с аналогичными фоновыми значениями.

Приведенные данные показывают, что в условиях аэротехногенного загрязнения концентрации защитных веществ в листьях *E. hermaphroditum* зависят от типа леса и позиции ландшафта. Наибольшие изменения химического состава характерны для листьев вороники, произрастающей в подкроновом и межкроновом пространстве сосновых лесов и в межкроновом пространстве еловых лесов. Эти изменения, в основном, заключаются в накоплении фенольных соединений вороники, произрастающей на площадках, более подверженных техногенному воздействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукина Н.В., Никонов В.В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения // В 2-х ч. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1996. Ч. 1. 213с; Ч. 2. 192с.
2. Wardle D.A., Nilsson M.-C., Zackrisson O., Gallet C. Determinants of litter mixing effects in a Swedish boreal forest // Soil Biology and Biochemistry. 2003. V. 35. № 6. P. 827–835.
3. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях // М.: Наука, 1993. 272 с.
4. Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds // Trends in Plant Science. 1997. V. 2. № 4. С. 152-159.
5. Sakihama Y., Cohen M.F., Grace S.C., Yamasaki H. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants // Toxicology. 2002. Vol. 177. № 1. P. 67-80.
6. Mithöfer A., Schulze B., Boland W. Biotic and heavy metal stress response in plants: evidence for common signals // FEBS Letters. 2004. Vol. 566. № 1-3. P. 1–5.
7. Bialońska D., Sawicka-Kapusta K., Kuraś M., Tykarska T., Zobel A.M. Phenolic compounds and cell structure in bilberry leaves affected by emissions from a Zn-Pb smelter // Water, Air and Soil Pollution. 2007. T. 181. № 1-4. С. 123-133.
8. Артемкина Н.А. Содержание фенольных соединений и элементный состав в *Vaccinium vitis-idaea* (*Ericaceae*) в еловых лесах Кольского полуострова в условиях техногенного загрязнения // Растительные ресурсы. 2010. Т.46. № 2. С.86-98.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В БИОИНДИКАЦИИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ

Л.В.Барabanова, Е.Н.Варзугина

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Любая прибрежная зона формируется в результате взаимодействия суши и водной среды, поэтому все находящиеся в ней экосистемы способны испытывать влияние и претерпевать различные изменения в результате хозяйственной деятельности человека, как со стороны суши, так и в результате загрязнения морей и океанов. Важно как можно раньше выявлять оказываемое на экосистемы и их компоненты воздействие, что позволит вовремя спрогнозировать возможные негативные последствия имеющейся антропогенной нагрузки. В этой связи особое значение приобретает генетический подход, который позволяет выявлять самые начальные этапы повреждения биосистемы, которые впоследствии будут реализованы в виде морфологических, физиологических, биохимических и иных изменений признаков знаков организма. В свою очередь, возникшие изменения на уровне отдельных компонентов единой экосистемы могут оказывать существенное влияние на стабильность ее в целом [1].

Одним из результатов влияния антропогенных факторов на организм является увеличение скорости мутационного процесса. В нормальных условиях все спонтанно возникающие у живых организмов мутации эффективно элиминируются за счет работы клеточных систем репарации. В условиях стрессового или хронического воздействия на организм вредных для него факторов эффективная работа систем репарации ДНК и иммунной системы подавляется. Это приводит, в частности, к цитогенетической нестабильности и, в результате, накоплению в организме хромосомных и генных дефектов. Оценить степень цитогенетической стабильности возможно по показателю частоты хромосомных aberrаций, возникающих в результате повреждения ДНК на разных стадиях клеточного цикла [2]. У позвоночных животных для этих целей чаще всего анализируют костный мозг, однако для осуществления оценки состояния прибрежной зоны морей требуются более доступные индикаторные виды, отвечающие тому же требованию.

Равноногие раки отряда *Isopoda* среди многочисленных беспозвоночных животных характеризуются широким ареалом распространения и обитают как в условиях пресных и морских водоемов, так и в условиях суши [3]. Кроме того, жизненный цикл этих животных характеризуется наличием стадий, представленных большим количеством

активно делящихся митотических клеток. Благодаря этому представителей группы морских видов *Jaera albifrons* (*Isopoda*, *Asellota*) нами впервые было предложено использовать в качестве тест-объектов для определения генотоксичности окружающей среды [4].

Сбор материала проводили в Белом и Баренцевом морях в отдельных точках, расположенных на расстоянии нескольких километров друг от друга и различающихся по экологическим условиям. Экологическими характеристиками мест обитания индикаторного вида в Белом и Баренцевом морях служили показатели солености, типа литорали, степени антропогенной нагрузки среды тяжелыми металлами, радиоактивными и органическими веществами. Убедительно документировано, что Кольский залив Баренцева моря характеризуется повышенным уровнем загрязненности [5]. Содержание фенолов в заливе в среднем превышает ПДК в 5 – 6 раз. Значительный вклад в химическое загрязнение залива вносят биогенные элементы, содержащиеся в промышленных и бытовых сбросах (азот аммонийный, нитраты, нитриты) - около 740 т, фосфора – 46 т, жиров – до 50 т. Кроме того, Кольский залив попадает в третью группу по классификации загрязненности донных отложений, демонстрируя относительно высокий уровень ^{137}Cs (30-90 Бк/кг) и значительное содержание ^{60}Co и ^{239}Pu (1,5 - 10 БК/кг), а также ^{240}Pu (0,8 - 13 БК/кг) (сайт <http://pollution.mmbi.info>). Выше этих уровней загрязнение отмечено только в местах, где проводились испытания ядерного оружия. Основным источником антропогенного воздействия на Белое море является побережье Архангельской области и, в меньшей степени, Кольского полуострова. Серьезным последствием антропогенного воздействия является увеличение приблизительно на 50% содержания органических веществ, особенно, в поверхностных водах, что связано с деревообработкой и бумажным производством, загрязняющих воду лигниногумусовыми соединениями, бактериальное разложение которых в условия северного моря достаточно длительно [6]. Чупинская губа, к которой относятся все беломорские сборы материала, является частью Кандалакшского залива Кольского полуострова. Поскольку в этом районе уже давно прекратили свою деятельность крупные источники загрязнения, такие, как рудники по добыче пегматитов, деревоперерабатывающие и рыбоперерабатывающие заводы, то экологическую обстановку в этом районе можно рассматривать как относительно спокойную.

С целью оценки генотоксичности факторов окружающей среды был проведен анализ частоты хромосомных перестроек в митотически делящихся клетках йер, обитающих в разных биотопах Белого и Баренцева морей. Результаты представлены в таблицах 1 и 2. При анализе частоты хромосомных нарушений у обитателей прибрежной зоны Белого моря следует отметить, что максимальная частота, равная 11,0%, была

выявлена в акватории базирования маломерных судов. Можно предположить, что негативное влияние антропогенного фактора в данном случае напрямую связано с наличием в водной среде нефтепродуктов. Некоторое повышение частоты хромосомных перестроек, отмечаемое у йер из популяции пролива Узкая Салма, по всей вероятности, объясняется действием такого экологического фактора, как опреснение, возникающего в результате впадения в этом районе реки Кереть. Остальные проанализированные популяции индикаторного вида демонстрируют стабильность цитогенетического показателя, укладывающегося в пределы варьирования спонтанного уровня.

Таблица 1.

Частота хромосомных aberrаций в митотически делящихся клетках йер из популяций Белого моря.

Название популяции	Число проанализированных особей	Число проанализированных клеток	Частота хромосомных aberrаций (в %)
Пролив Узкая Салма	16	1311	$5,7 \pm 0,64^{**}$
Губа Яковлева	10	1137	$4,8 \pm 0,63$
Картеш, 55 квартал	19	1603	$4,9 \pm 0,54$
Острова Илейки	10	879	$4,2 \pm 0,68$
Залив Юшковка	10	1048	$3,4 \pm 0,56^{**}$
Бухта Ноговица	9	765	$11,0 \pm 1,13^*$

* - достоверные отличия от всех исследуемых точек, $p < 0.05$.

** - достоверные отличия частот хромосомных aberrаций в клетках йер из популяций залива Юшковки и пролива Узкой Салмы, $p < 0.05$.

Что касается анализа экологической обстановки в Кольском заливе на основании показателя частоты хромосомных нарушений, то полученные значения почти в два раза превышают максимальную величину частоты aberrаций у йер Белого моря и в одном случае оказываются ей равной. Проведенное ранжирование исследуемых районов по степени загрязненности полностью совпало с распределением частот aberrаций, представленных в таблице 2.

Таблица 2.

Частота хромосомных aberrаций в митотически делящихся клетках йер популяций Кольского залива Баренцева моря.

Название популяции	Число проанализированных особей	Число проанализированных клеток	Частота хромосомных aberrаций (в %)
Кола	9	871	$11,4 \pm 1,08^*$
Абрам-мыс	12	811	$17,3 \pm 1,30^{**}$
Роста	5	336	$17,9 \pm 2,09$
Сафоново	9	946	$20,0 \pm 1,30^{**}$

* - достоверные отличия от всех точек;

** - достоверные различия Абрам-мыс и Сафоново при $p < 0,05$.

Таким образом, использование цитогенетического анализа для выявления начальных этапов нарушения генетической стабильности отдельных звеньев экосистем позволяет на основании предлагаемого критерия осуществлять оценку состояния окружающей среды, в которой данная экосистема находится.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки // М.: Центр экологической политики России. 2000. 318 с.
2. Журков В.С., Методология интегральной оценки мутагенности загрязнений водных объектов. // Мутагены и канцерогены в окружающей среде. Новые подходы к оценке риска для здоровья. СПб НЦРАН, 1998. с. 126-130.
3. Кусакин О.Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (*Isopoda*) холодных и умеренных вод северного полушария // Л.: Наука, Лен. отд, 1988. т. 3, ч. 1. с. 16-19
4. Даев Е.В., Барабанова Л.В., Бондаренко Л.В., Симоненко В.Д. Ракообразные отряда *Isopoda* как тест-объекта для оценки экологического состояния водной среды // Вестник СПбГУ. Сер. 3, 2002, вып. 4 (№27) с. 60 – 64
5. Атлас химического и радиоактивного загрязнения Баренцева моря ММБИ КНЦ РАН. 2002 // http://pollution.mmbi.info/varanger_teriberka/phys_geogr_enlarge.html (25.05.12, 15:47)
6. Лозовик П.А. Химический состав воды притоков Белого моря. // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. с. 164-168.

ПЕРЕДАЧА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗДАНИЙ НА ГРУНТ ОСНОВАНИЙ

И.М. Басакина, И.В. Пудова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Всякое сооружение является колебательной системой с характерными параметрами, определяемыми материалом, конструктивной схемой (типом несущих конструкций, их сочленением, нагрузками) и взаимосвязью сооружения с подстилающими грунтами. Эти колебания можно рассматривать как гармонические амплитудно-модулированные сейсмические сигналы, анализ таких сигналов свидетельствует о состоянии конструкций [1]. Собственные колебания резонируют и усиливаются внешними воздействиями разной природы: от ветровых пульсаций, от техногенных воздействий, от естественных сейсмических источников. В то же время здание передает свои колебания через фундамент на грунт. Сейсмические измерения проводят на зданиях в ключевых точках, но в ситуациях, когда установка датчиков не возможна, динамические

характеристики здания можно определить, по точкам наблюдения на грунтах его оснований [2].

Заложение основ сейсмического мониторинга, составление технического паспорта здания на текущий момент до начала реставрации - такие задачи решались на объектах исследований, расположенных на острове Анзер Соловецкого архипелага. В период Соловецкого ГУЛага Свято-Троицкий скит (XVII век) и Голгофо-Распятский скит разделили судьбу остальных заведений монастыря. К концу XIX века монастырские постройки можно считать практически разрушенными. Первые работы по исследованию состояния храмовых построек начаты сотрудниками ИЭПС УрО РАН в 2004 г. и продолжены в 2009 г. Сейсмометрические работы и обработка записей проводились по стандартной методике [2].

Каменный храм Распятия Господня на горе Голгофе (высота 64 метра) построен 1856 году при архимандрите Досифее преподобным Иовом Анзерским. На момент обследований 2009 г. реставрация храма шла к завершению. Рассмотрим передачу собственных колебаний этого храма на грунты его оснований в двух точках наблюдения, расположенных с восточной стороны. Для сравнения и сопоставления результата воспользуемся сейсмической записью на точке наблюдения уже на восстановленной колокольне. На спектре мощности, рассчитанного по записи № 1 на грунте основания храма, выделены максимумы амплитуд колебаний на частотах 2.9 Гц и 3.13 Гц (рис. 1). Предполагаем, что это колебания разных форм здания храма, передающиеся через грунт. Амплитуда колебаний на частоте 3.13 Гц наибольшая на компоненте NS, что подтверждается усилением ветра в этот день северо-восточного направления и в значениях когерентности выделения частоты (K) составляет 0.5 (рис.2). На компоненте EW пик амплитуд раздваивается на частоту 2.9 Гц (K=0.37) и 3.13 Гц, это раздваивание просматривается на других точках наблюдения (рис. 1-3). Кривая колебаний амплитуд на компоненте Z повторяет колебания по NS, но меньше по значениям. В суперпозиции колебаний выделяются и более слабые формы (K до 0.23) на частотах: 2.73 Гц, 3.51 Гц, 4.49 Гц.

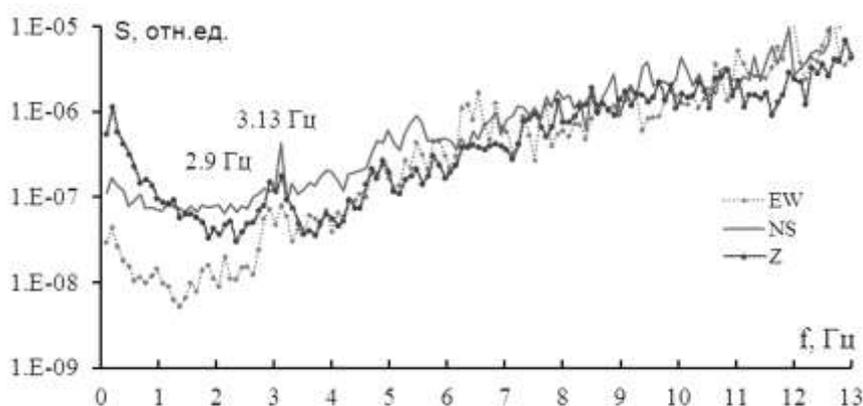


Рисунок 1. Спектр мощности колебаний микросейсм по записям акселерометра в точке № 1 на грунте, 2009 г.

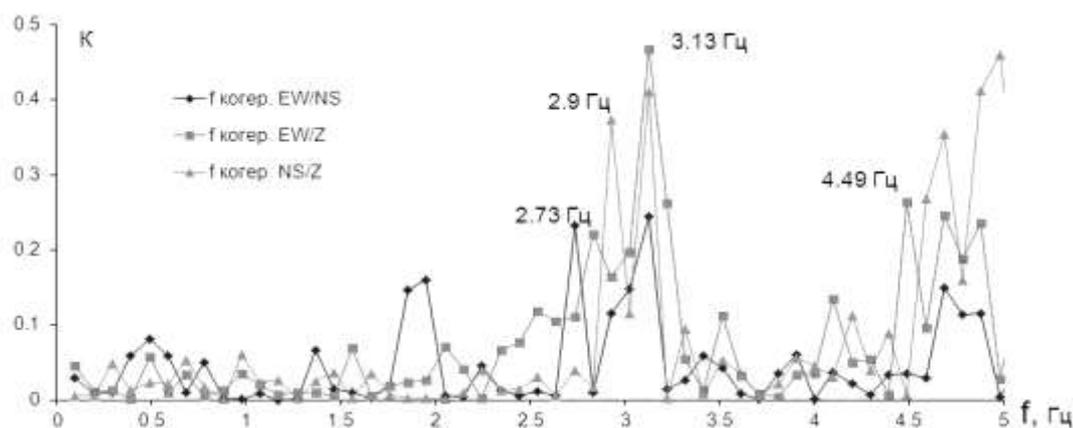


Рисунок 2. Графики когерентности выделения частоты относительно соседних каналов этих записей (EW, NS, Z) в точке наблюдения № 1 на грунте, 2009 г.

Другая точка наблюдений **на грунте № 6**. На графике спектра мощности выделяется максимум амплитуды колебаний на частоте 3.71 Гц. Считаем это наложением техногенной помехи, т.к. когерентность выделения частоты от 0.32 для NS/Z и меньше 0.1 для других компонент. На компоненте EW пик амплитуд раздваивается на две частоты: 3.51 Гц (K от 0.5 до 0.35) и 3.8 Гц ($K=0.47$). На Z - компоненте ярко выделяются колебания ($K=0.37$) на частотах 3.13 и 4.1 Гц.

На рисунке 3 спектр мощности колебаний на верхнем ярусе колокольни точка наблюдения № 5. Видно, что с высотой здания увеличились амплитуды собственных колебаний на частоте 4.1, 3.51, 3.32 и 3.13 Гц. Отметим, что колокольня находится в связке с храмом именно по оси EW, поэтому наиболее ярко выражены колебания колокольни на частоте 4.1 Гц на компонентах NS ($K = 0.85$) и Z. Второй пик колебаний для компонент NS и Z на частоте 3.32 Гц ($K=0.38$), для компоненты EW этот пик раздваивается на 3.13 и 3.51 Гц.

Таким образом, данные исследования подтверждают правильность выделения параметров собственных колебаний здания в точках наблюдения на грунтах оснований. Основная собственная частота храмовой постройки колебаний 3.13 Гц.

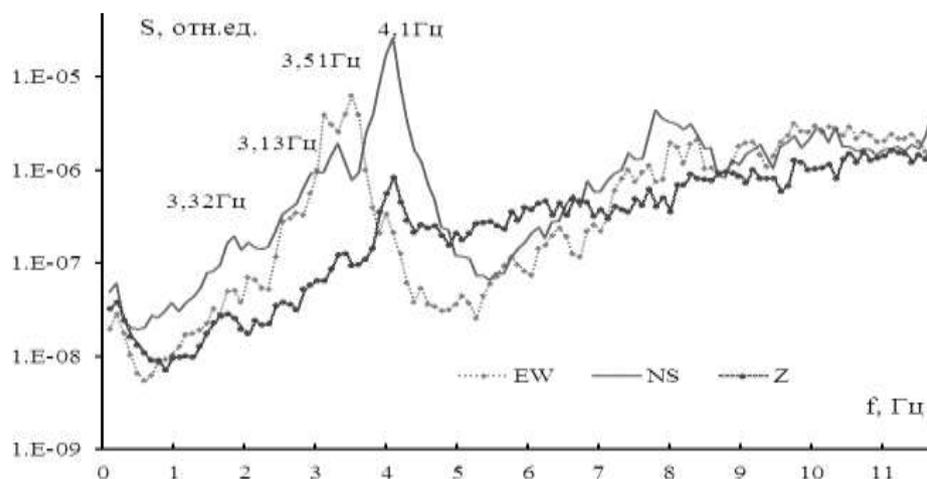


Рисунок 3. Спектр мощности по записям акселерометра в точке № 5 на верхнем ярусе колокольни 2009 г.

Свято-Троицкий скит основан в 1620 году преподобным Елизаром. Сооружение представляет собой столпообразную конструкцию правильного восьмиугольника с разрушенной пристройкой. Передача собственных колебаний этого храма на грунты его оснований рассмотрена в двух точках наблюдения №1 (направление NS) и №2 (направление EW), сопоставления представлены с наблюдением в точке №5 на остатках фундамента алтаря и записью в проёме окна храма - точка №6 (рис.4б). На спектре мощности колебаний конструкции храма (точка №5) собственные колебания проявляются широким спектром близких частот 4.29-4.49 Гц, максимумы амплитуд совпадают по трем компонентам записи, что характеризует устойчивость основания (рис.4а). Они так же отражены и в т. №6, но максимум чуть сдвигается на частоту 4.59 Гц по NS и Z.

На спектре мощности микросейсм у основания храма **на грунте** в точке №1 и в точке №2 выделяются более ярко амплитуды на частотах 3.61 Гц и 3.51 Гц. Они определены и в точке №5 на фундаменте широким спектром 3.51-3.61 Гц, особенно по компоненте NS (рис.4а), и более слабо выделяются на спектре в точке №6. Можно предположить, что именно северо-восточный блок храма имеет потерю конструктивной связи. Собственные колебания на частоте 4.49 Гц на грунтах присутствуют, но незначительны. На рисунке 5 представлено сравнение временных вариаций хода амплитуд на собственной частоте 4.49 Гц для компоненты NS между точками наблюдений №1 (грунт) и №5 (фундамент алтаря). Видно, что усиление внешним воздействием (порыв ветра) амплитуды колебаний здания передается на амплитуду колебаний, зафиксированную на грунте основания.

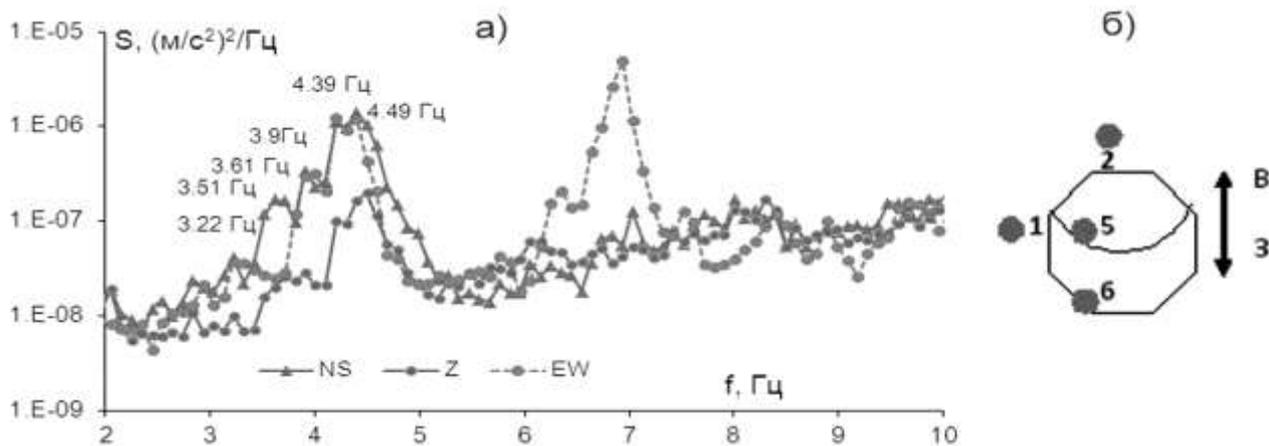


Рисунок 4. Наблюдения на храме Свято-Троицкого скита: а) спектр мощности колебаний по записям акселерометра в 2009 г в точке № 5; б) схема расположения точек наблюдений в соответствии со сторонами света

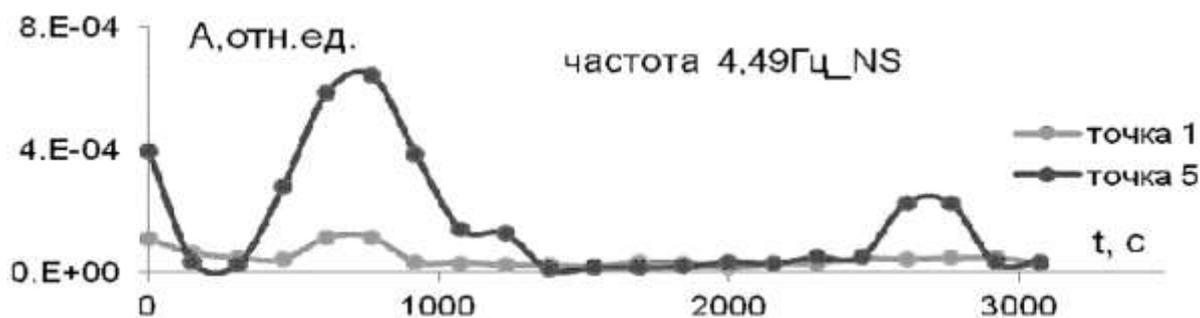


Рисунок 5. Сравнение временных вариаций амплитуды на фундаменте в точке №5 и на грунте в точке №1 для частоты 4.49 Гц на компоненте NS

Таким образом, на двух примерах представлены экспериментальные доказательства получения динамических параметров собственных колебаний зданий на подстилающих грунтах их оснований. Материалы сейсмометрического обследования этих объектов являются началом создания их сейсмического паспорта и являются началом мониторинга их состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдахин Ф.Н., Капустян Н.К., Антоновская Г.Н. Инженерно-сейсмические исследования геологической среды и строительных конструкций с использованием ветровых колебаний зданий // Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 156 с.
2. Сейсмологические исследования в арктических и приарктических регионах / Под. ред. чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахина. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 244 с.

СРАВНЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГРАНИЦ ЕВРОАЗИАТСКОЙ ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЫ

Т.Я. Беленович, Ю.Г. Кутинов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Геодинамический режим Евроазиатской плиты нами рассматривался на трех взаимоувязанных уровнях: глобальном, региональном и локальном и в результате была предложена геодинамическая модель севера Евразии [1, 2]. Полученные данные говорят о сложном взаимодействии геодинамических процессов различных рангов, формирующих нелинейную структуру напряженно-деформируемого состояния земной коры, где действие блоков реализуется в условиях стесненных вращательных движений (рис. 1-А). Цель исследований – комплексный анализ геодинамического режима земной коры севера, юга и востока Евразии. В работе использовалась авторская разработка расчета векторов скольжения горных масс в очагах землетрясений [3] совместно с методами тензорного анализа механики трещиноватых сред. В более ранних работах [1, 2] результаты анализа геодинамического режима северной границы Евроазиатской плиты.

Особый интерес представляет изучение геодинамического режима юго-западной границы Евразии, где по геолого-геофизическим данным между Евроазиатской, Аравийской и Африканской плитами отмечены протяженные пояса повышенной современной тектонической активности и деформаций [4, 5] или транзитные зоны по [6]. В пределах этих зон выделяются блоки различных размеров, ограниченные сейсмоактивными разломами и характеризующиеся современной разнонаправленной подвижностью. Объектом исследований являлась территория с координатами: $\gamma=0^{\circ}$ - 55° в.д. и $\lambda= 30^{\circ}$ - 50° с. ш. [7]. В ее пределах были построены и проанализированы схемы направлений векторов скольжения горных масс в очагах землетрясений с магнитудой $M \geq 4,0$ за периоды: 1980 – 1983 (рис. 1-Б, а) и 1990 – 1993 гг. (рис. 1-Б, б), и выявлены зоны разнонаправленных смещений векторов, границы которых фрагментарно совпадают с границами сейсмоактивных и транзитных зон. Исследования показали, что даже в пределах единых блоков выделяется более мелкие участки разнонаправленности векторов, что говорит о повышенной дискретности блоков.

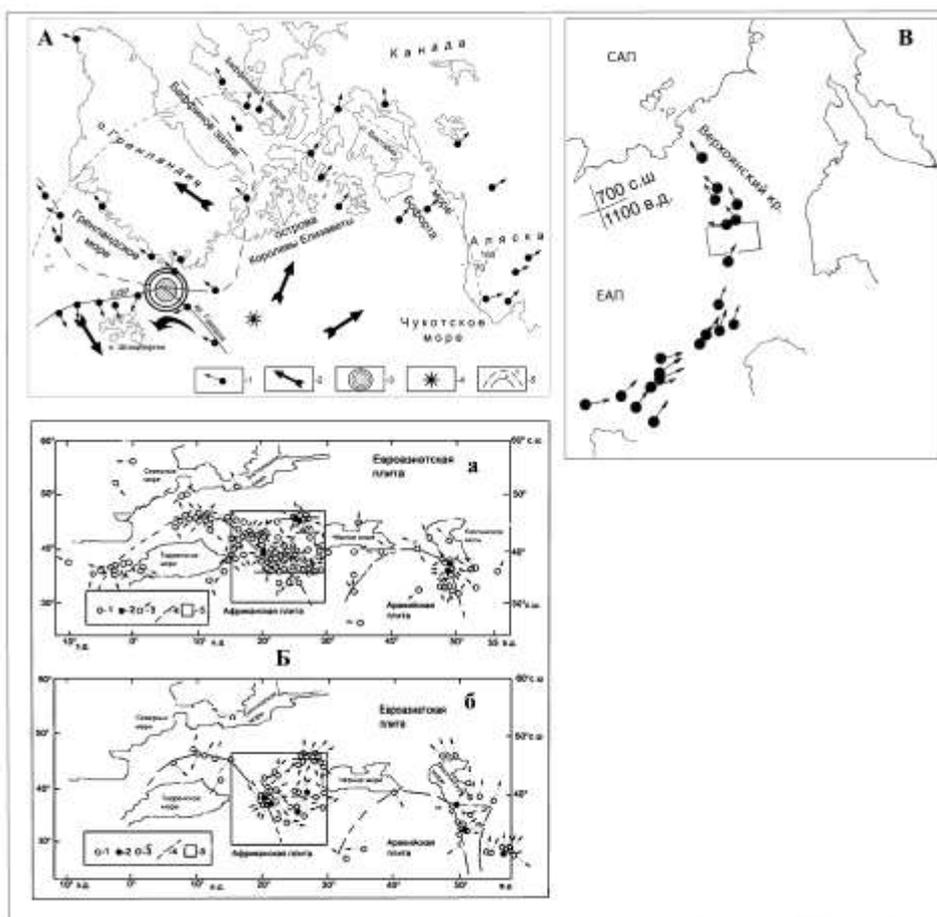


Рисунок 1. Геодинамический режим Евразийской литосферной плиты

А - схема направления векторов скольжения горных масс в очагах сильных землетрясений в пределах северной границы плиты [1]: 1 - направления векторов; 2 - генерализованное направление векторов; 3 - тройное сочленение межплитных границ (полус Эйлера); 4 - Северный полюс; 5 - северная граница Евразийской плиты (а); вероятная граница Гренландской плиты (б). Б - схема направления векторов скольжения горных масс в очагах землетрясений Западной Евразии [5]: а - за 1983 г.; б - за 1990 г.: 1 - эпицентры землетрясений с $M \geq 4,5$; 2 - с $M=6,0$; 3 - направления векторов скольжения; 4 - границы, разделяющие участки разнонаправленных векторов; 5 - участок хаотичного направления векторов. В - схема направления векторов скольжения горных масс в очагах землетрясений Востока Евразии с магнитудой $M \geq 4.3-5.0$ за период 1964-1991 гг.

Наиболее хаотичная картина разнонаправленности векторов отмечается в пределах $\gamma = 15^{\circ} - 30^{\circ}$ в.д. и $\lambda = 30^{\circ} - 47^{\circ}$ с. ш. [6]. Здесь располагаются Апулийский, Динарский, Эгейский, Радопо-Синопский, Мендерес блоки. Это зона является стыком северных границ Аравийской и Африканской литосферных плит и южной границы Евразийской плиты. Здесь же отмечена повышенная сейсмичность и разнонаправленность векторов по данным сети GPS. Анализ схем за период 1990 - 1993 гг. (рис. 1-Б, б) показал, что разнонаправленность векторов в принципе не меняется, что говорит об устойчивости во времени смены поля напряженно-деформируемого состояния земной коры и стабильности ее геодинамического режима. В результате изучения изменения направления векторов в проекции на вертикальную плоскость и верхнюю полусферу стереографической проекции

с глубиной $h = 0-5$ км, $5-10$ км и $h = 16-30$ км до 50 км отмечается разнонаправленность векторов смещения в очагах землетрясений. Участки с нестабильным геодинамическим режимом четко прослеживаются от поверхности практически до 30 км, пронизывая всю земную кору. Т.е., наблюдается высокая современная геодинамическая активность транзитных зон между Евроазиатской, Аравийской и Африканской плитами, служащими участками передачи и релаксации, возникающих на границах этих структур кинематических напряжений. Скорее всего, вещество литосферы в пределах этих зон находится на отдельных стратификационных уровнях в особом квазипластичном состоянии.

Восток Евразии представляет собой тройное сочленение Верхоянского хребта с Алданским нагорьем и хребтом Сунтар-Хаята. Из схемы направления векторов скольжения горных масс в очагах землетрясений с магнитудой $M=4.3-5.0$ за период 1964-1991 гг. видно резкое изменение направления векторов юго-восточного (широтного) на северо-восточное (меридиональное) в пределах Верхоянского хребта (зона тройного сочленения) (рис. 1-В).

Данные о горизонтальных движениях вращения и деформации блоков, наряду с выделением в этих зонах значительных объемов сейсмической энергии, подчеркивают сложность границ между главными литосферными плитами (сложно устроенные системы многоуровневого взаимодействия). Развитие геодинамических процессов тесно связано с фазовыми переходами вещества в недрах, провоцирующего движение масс и энергии в разных оболочках Земли.

Выводы:

1) все вышеперечисленные границы являются участками тройного сочленения литосферных плит; 2) они характеризуются высокой блоковой делимостью и неустойчивостью геодинамического режима; 2) несмотря на имеющееся сходство, геодинамический режим Севера и Юга Евразии резко различается. На Севере Евразии тройным сочленением Евроазиатской, Северо-Американской и Гренландской литосферных плит является асейсмичный блок (или полюс Эйлера), а на Юге Евразии тройным сочленением Евроазиатской, Аравийской и Африканской плит является тектонически активный и высоко сейсмичный участок; 2) различие геодинамического режима Севера и Юга обусловлено тем, что на Севере Евразии сочленение происходит в условиях растяжения хр. Гаккеля, а на Юге - сжатия (надвигания) Аравийской и Африканской плит на Евроазиатскую; 3) геодинамический режим Востока Евразии также отличается от обстановок на Севере и Юге плиты и обусловлен, вероятно, отсутствием непосредственного взаимодействия между глобальными литосферными плитами и вызван

автономным вращением Евразийской литосферной плиты. Кроме того, Восток Евразии представляет собой и сложный участок воздействия со стороны зоны спрединга и субдукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутинов Ю. Г.; Беленович Т. Я. Современная геодинамическая модель Севера Евразии // Геофизика XXI столетие: 2006 год: Сборн. трудов геофиз. чтений им. В.В. Федынского. Москва. 2007. С. 119 - 124.
2. Беленович Т. Я., Кутинов Ю. Г. Современная геодинамика Западной Евразии по сейсмологическим данным // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Матер. XLI Тектонического совещ. Т. 1. М.: ГЕОС, 2008. С. 73-78.
3. Беленович Т. Я. Современная геодинамика Тянь-Шаня по сейсмологическим данным. // Автореф. дисс... д-ра геол. минерал. наук. М: МГУ, 1992. С. 39.
4. Гатинский Ю. Г., Рундквист Д. В., Гюпкин Ю. С. Блочные структуры и кинематика Западной Евразии по данным GPS // Геотектоника. 2007. № 1. С. 30-42.
5. Трифонов В. Д., Певнев А. К. Современные движения земной коры по данным космической геодезии // Фундаментальные проблемы общей тектоники. М. 2001. С. 374-401.
6. Гатинский, Ю. Г., Рундквист Д. В. Транзитные зоны в современной блоковой структуре Евразии // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Матер. XXXVIII Тектонич. совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 130 – 132.
7. Беленович Т. Я., Кутинов Ю. Г. Особенности геодинамического режима земной коры севера и юга Евразии // Вестник Поморского государственного университета. Сер. «Естественные и точные науки», 2008. № 1(13). С. 54-58.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕЛИКТОВЫХ ОЗЕР НА ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ СУБАРКТИКИ

Ю.В. Беспалая, И.Н. Болотов, О.В. Аксёнова

Институт экологических проблем севера УрО РАН, г. Архангельск

Проблема реликтов может считаться одной из основных проблем биогеографии [1]. Помимо сугубо таксономической трактовки этого термина (реликтовые виды или таксоны иного ранга), нередко говорят и о реликтовых экосистемах, имевших широкое распространение в прошлом и ныне сохранившихся в виде небольших изолированных участков. Европейская Субарктика в плейстоцене частично подвергалась воздействию нескольких материковых оледенений, и многие экосистемы сформировались здесь относительно недавно, в последние 10-15 тыс. лет [2, 3, 4, 5]. Поэтому для этой территории приводятся лишь единичные примеры реликтовых экосистем. В частности,

это система Вашуткиных озер на востоке Большеземельской тундры. Озера издавна были известны очень высокой численностью сиговых рыб и хариуса [6].

Комплексные гидробиологические исследования в 1960-1961 гг. показали, что жизнь в этих заполярных озерах очень богата и разнообразна, несмотря на казалось бы неблагоприятные климатические и трофические условия [7, 8, 9]. Оказалось, что в Вашуткиных озерах развивается обильная высшая водная растительность, многочисленны и разнообразны водоросли, зоопланктон, бентос. Позже было обнаружено, что аномально высокая продуктивность свойственна не только Вашуткиным озерам, но и ряду других крупных озерных систем восточной части Большеземельской тундры (Падимейские и Харбейские озера) [10, 11, 12, 8, 13, 14]. Было выполнено детальное физико-географическое исследование озер Большеземельской тундры, и в том числе Вашуткиных озер [15]. После 1970-х гг. Вашуткины озера практически выпали из внимания исследователей, что связано с их крайней труднодоступностью, но здесь проводились ихтиологические работы [16, 17]. Кроме того, некоторые сведения по моллюскам Вашуткиных озер приводились в ряде обзоров по северо-востоку Европы [13, 18, 19, 20, 21], при этом за основу брали сборы Э.И. Поповой 1960-1961 гг. и А.В. Журавского 1903-1908 гг., уточнив определения видов [13, 19].

Поскольку район Вашуткиных озер относится к наиболее мобильным участкам Большеземельской тундры, было выдвинуто предположение, что эта озерно-речная система не раз меняла направление течения, размеры и конфигурацию в связи с проявлениями дифференцированных колебательных движений [22]. Долина р. Адзвы в верховьях от истока до слияния с р. Лыаю очень узкая и настолько слабо выработана, что фактически не имеет даже пойменной террасы, что может указывать на сравнительно недавний прорыв воды из озер [23, наши наблюдения]. Возможно, что присоединение системы Вашуткиных озер к бассейну р. Усы произошло значительно позднее образования этих озер, видимо, ранее имевших сток на север [22].

По сборам 1960-1961 годов в Вашуткиных озерах было зарегистрировано 17 видов моллюсков [24]. Позднее при пересмотре этих же материалов и сборов А.В. Журавского (ЗИН РАН) список был скорректирован и включал 20 видов [20]. С учетом современных изменений в систематике [25], дополнительно к видам, имеющимся в списке 2002 года, нами были выявлены *Cyclocalyx lapponicus*, *Cingulipisidium nitidum*, *Hiberneuglesa normalis*, *Anisus laevis* и *Lymnaea lagotis*. При этом в наших сборах не были отмечены прудовики *Lymnaea auricularia* и *L. peregra*, возможно, имеющие более локальное распространение в отдельных озерах системы. Кроме того, нами не было найдено несколько видов мелких двустворчатых моллюсков из сем. Sphaeriidae: *Sphaerium*

levinodis (этот вид указывается только по старым сборам А.В. Журавского: [13], *Amesoda transversalis*, *Parasphaerium rectidens*. Это, вероятно, связано с различиями в определениях видов у разных авторов, поскольку малакологическая систематика быстро изменяется, что закономерно приводит к устареванию фаунистической информации [26]. Осложняет сопоставление видовых списков и различия в таксономических подходах, запутывающие синонимию [25]. Например, *Sphaerium levinodis* некоторыми авторами рассматривается как синоним *S. corneum*, а *Amesoda transversalis* – как синоним *S. solidum* [27]. В целом можно полагать, что в Вашуткиных озерах обитает не менее 26 видов моллюсков, выделяемых российскими систематиками [25].

Ранее отмечалось, что, хотя разные озера системы имеют много общих видов моллюсков, их видовой состав в озерах различного типа неоднороден [24]. По нашим данным, наоборот, состав видов моллюсков в озерах разного типа сходен, и основную роль в их распределении играют экологические условия конкретных местообитаний. Сделанные ранее выводы [28, 24] о четких зональных закономерностях изменения биоценозов в Вашуткиных озерах в зависимости от глубины – от литоральной зоны до профундали подтверждаются лишь частично. Так, нами выявлено, что в пределах одного интервала глубин могут формироваться различные по структуре группировки моллюсков, что обусловлено локальными различиями грунтов, растительности и обеспеченности органикой местообитаний, существенно нарушающими, «смазывающими» зональное распределение моллюсков в озерах.

Видовое богатство моллюсков в Вашуткиных озерах практически одинаково по сравнению с некоторыми озерами северотаежной подзоны, но ниже, чем в среднетаежном озере Кенозеро. При этом средняя плотность моллюсков здесь выше, чем в бореальных глубоких озерах. Учитывая, что озера располагаются на 68° с.ш. в подзоне типичной тундры, в подзоне «почти повсеместного» распространения мерзлых пород [29], высокие показатели видового богатства и обилия моллюсков следует признать аномальными. Весьма сходная лимнологическая обстановка была также обнаружена в Падимейских и Харбейских озерах, расположенных примерно в 60 км к юго-востоку от Вашуткиных озер [12]. При этом воды глубоких озер востока Большеземельской тундры отличаются низкой минерализацией, бедны растворенными органическими веществами, рН близка к нейтральной, различия между озерами по гидрохимическим показателям в пределах одной системы обычно невысоки [15, 22, 8]. Теоретически, аномально высокую плотность моллюсков в озерах можно было бы объяснить с позиций концепции компенсационных механизмов Ю.И. Чернова [30] как проявление эффекта компенсации плотностью отдельных видов.

Если высокое видовое богатство биоты озер востока Большеземельской тундры можно объяснить особенностями их генезиса и древностью, то устойчивое существование в Субарктике лимнических экосистем с аномальной биологической продуктивностью должно быть связано с действием каких-то азональных экологических факторов. Например, в Норильских озерах тоже есть целый ряд реликтовых форм, но их экосистемы соответствуют зональным характеристикам [31].

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5, РФФИ № 10-04-00897, 11-04-98817, УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и проекта № 546152011 государственной ведомственной программы «Темплан вузов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирштейн Я.А. Понятие «реликт» в биологии // Зоологический журнал. Т. 26. Вып. 4. 1947. С. 313-330.
2. Динамика ландшафтных компонентов внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130000 лет. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Вып. 2. Общая палеогеография. Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2002. 232 с.
3. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24 – 8 тыс. л.н.). Отв. ред. А.К. Маркова, Т. ван Кольфсхотен. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 556 с.
4. Hubberten H.W., Andreev A., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Jakobsson M., Kuzmina S., Larsen E., Lunkka J.P., Lysa A., Mangerud J., Möller P., Saarnisto M., Schirmer L., Sher A.V., Siegert C., Siegert M.J., Svendsen J.I. The periglacial climate and environment in Eurasia during the Last Glaciation // Quaternary Science Reviews. V. 23. 2004. P. 1333-1357.
5. Mangerud J., Jakobsson M., Alexanderson H., Astakhov V.I., Clarke G.K.C., Henriksen M., Hjort C., Krinner G., Lunkka J.P., Möller P., Murray A., Nikolskaya O., Saarnisto M., Svendsen J.I. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation // Quaternary Science Reviews. V. 23. 2004. P. 1313-1332.
6. Керцелли С.В. По Большеземельской тундре с кочевниками. Архангельск: Губернская Типография, 1911. 116 с.
7. Гецен М.В. Высшие растения Вашуткиных озер Большеземельской тундры (бассейн р. Усы) // Ботанический журнал. Т. 49. № 4. М.Л.: Наука. 1964. С. 587-589.
8. Зверева О.С., Власова Т.А., Голдина Л.П., Изьюрова В.К. Итоги лимнологических исследований в Большеземельской тундре // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар: Коми книж. изд-во, 1970. С. 248-253.
9. Зверева О.С., Гецен М.В., Изьюрова В.К. Система реликтовых озер в Большеземельской тундре // Доклады АН СССР. Т. 155. №3. 1964. С. 677-679.
10. Власова Т.А. Гидрологические и гидрохимические условия биологического продуцирования в озерах Харбейской системы // Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1976. С. 6-25.

11. Власова Т.А., Гецен М.В. Основные закономерности продукционных процессов в тундровых озерах // Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1976. С. 131-136.
12. Зверева О.С. Проблемы зональности и интразональности в лимнологии Крайнего Севера // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар: Коми книж. изд-во, 1970. С. 244-248.
13. Лешко Ю.В. Моллюски // Флора и фауна водоемов Европейского Севера (на примере озер Большеземельской тундры). Л.: Наука, 1978. С. 60-65.
14. Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1974. 164 с.
15. Голдина Л.П. География озер Большеземельской тундры. Л.: Наука. 1972. 105 с.
16. Дворянкин Г.А., Тимофеев В.И. Ихтиофауна Вашуткиных озёр и перспективы её рационального использования // Материалы отчётной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2003-2004 гг. Архангельск, 2007. С. 95-103.
17. Сидоров Г.П. Питание пеляди *Coregonus peled* (Coregonidae) в озёрах Большеземельской тундры // Вопросы ихтиологии. Т. 50, № 1. 2010, С. 93-103.
18. Лешко Ю.В. Пресноводные моллюски бассейна реки Печоры (состав, распространение, значение в питании рыб). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Москва, 1979. 23 с.
19. Лешко Ю.В. Моллюски. Фауна Европейского Северо-Востока России. Т. 5. Ч. 1. СПб.: Наука, 1998. 168 с.
20. Лешко Ю.В. Фауна моллюсков водоемов тундры // Возобновимые ресурсы водоемов Большеземельской тундры: Тр. Коми науч. центра УрО РАН. Сыктывкар, 2002. № 169. С. 63-71.
21. Лешко Ю.В. История исследований фауны моллюсков водоемов Европейского Северо-Востока России // Вестник Института биологии, 2005. №5. С. 16-26.
22. Зверева О.С., Власова Т.А., Голдина Л.П. Вашуткины озера и история их исследования // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., 1966. С. 4-21.
23. Коперина В.В. Отчет о геологической съемке верхнего течения р. Адзвы и р. Хайдыпуры в 1932 г. // Землеведение. 1933. Т. 25. Вып. 4. С. 314-337.
24. Попова Э.И. Моллюски озер верховья р. Адзвы // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М.: Наука, 1966. С. 76-83.
25. Kantor Yu.I., Vinarski M.V., Schileyko A.A., Sysoev A.V. Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories. Version 2.3.1 (published online on March 2, 2010).
26. Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейство прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Ч. 1. Екатеринбург: Гощицкий, 2009. 162 с.
27. Корнюшин А.В. О видовом составе пресноводных двустворчатых моллюсков Украины и стратегии их охраны // Vestnik zoologii. Т.36. №1. 2002. С. 9-23.
28. Зверева О.С. Бентос и общие вопросы гидробиологии Вашуткиных озер // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., 1966. С. 112-136.
29. Почвенно-геологические условия Нечерноземья, 1984. М: МГУ. 608 с.
30. Чернов Ю.И. Видовое разнообразие и компенсационные явления в сообществах и биологических системах // Зоол. журн. 2005. Т. 84. № 10. С. 1221-1238.
31. Вершинин Н.В. К вопросу о происхождении реликтовой фауны в Норильской группе озер // Доклады Академии наук СССР. Т. 135. № 3 1960. С. 753-755.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И МИГРАЦИИ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА НОВОДВИНСКА

И.Н. Бечина, Л.Ф. Попова

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

Крупные города Архангельской области на сегодня столкнулись с экологической проблемой, связанной с резким ухудшением качества городской среды, в частности почв – основного звена урбозкосистемы. Один из таких городов Новодвинск, небольшой монопромышленный город, на территории которого основными источниками загрязнения являются ОАО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат», ЗАО «Архангельский фанерный завод», предприятия теплоэнергетики и автотранспорт.

Ежедневно городская среда подвергается техногенному и антропогенному влиянию, что приводит к химическому загрязнению почвенно-растительного покрова города. Экологическое состояние почвенного покрова в городе можно оценить по уровню накопления в нем биофильных элементов (далее БЭ), таких как азот, фосфор и калий.

В основных типах почв г. Новодвинска (реплантоземах и урбаноземах) [6, 8] определяли содержание БЭ как в верхнем слое (0-20 см) почв, так и по почвенному профилю. Отбор проб и их пробоподготовка были выполнены согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Анализ почвенных образцов на содержание в них неорганического азота (NH_4^+ , NO_3^-), фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) проводили на базе лаборатории биогеохимических исследований при кафедре химии института естественных наук и биомедицины САФУ имени М.В. Ломоносова. Были использованы методы прямой потенциометрии для определения подвижного калия [7], нитратного азота согласно ГОСТ 26951-86 и pH почвенных вытяжек согласно ГОСТ 26483-85 и фотоэлектроколориметрии для определения аммонийного азота [1] и подвижных форм фосфора согласно ГОСТ 26207-91. Данные химического эксперимента представлены в табл. 1, на рис. 1-2.

pH водной вытяжки поверхностного слоя (0-20 см) почв г. Новодвинска колеблется от 5,81 до 9,15 и в среднем составляет 7,16. В природной почве эти показатели составили 4,8. Т.е., реакция среды почв Новодвинска смещена в щелочную сторону, что является общей тенденцией, отмеченной для городских почв [7].

Содержание аммонийного и нитратного форм азота на 60% пробных площадей (далее ПП) характеризуется как среднее, на 30% ПП – как повышенное, и лишь на 2-х ПП зафиксировано высокое содержание неорганического азота (52,40 и 40,13 мг/кг, соответственно), а на одной ПП – низкое (8,30 мг/кг).

В почвах 50% ПП в общем балансе азота доля аммонийного выше, чем нитратного. Данный факт указывает на преимущественное протекание процессов аммонификации по сравнению с процессами нитрификации. Этому способствуют условия внешней среды, оптимальные для жизнедеятельности микроорганизмов-аммонификаторов (температура окружающей среды (15-20°C) и значения рН (в среднем 7,16)). Кроме того, на нейтральных и слабощелочных почвах значительно увеличивается фиксация NH_4^+ в почвенно-поглощающем комплексе (далее ППК).

Таблица 1.

Среднее содержание подвижных форм биодоступных элементов в верхнем слое (0-20 см) различных типов почв Новодвинска

Средневзвешенное содержание в почве*, мг/кг				
Тип почвы	N-NH₄	N-NO₃	P₂O₅	K₂O
Реплантоземы	<u>2,54-19,73</u>	<u>4,00-20,77</u>	<u>85,52-401,64</u>	<u>130,11-427,95</u>
(n=14)	11,00±3,16	10,95±2,97	212,07±3,13	258,67±3,53
Урбаноземы	<u>1,99-41,23</u>	<u>4,33-25,70</u>	<u>68,82-217,03</u>	<u>36,55-632,32</u>
(n=16)	11,83±4,63	12,67±1,36	146,37±1,27	169,55±2,26
Группировка почв по обеспеченности элементами питания, мг/кг почвы				
Обеспеченность	N-NH₄+ N-NO₃		P₂O₅	K₂O
низкая	5,1-10,0		26-50	41,0-80,0
средняя	10,1-20,0		51-100	81,0-120,0
повышенная	20,1-40,0		101-150	121,0-170,0
высокая	более 40,0		151-250	171,0-270,0

* *Примечание:* n – количество участков исследования

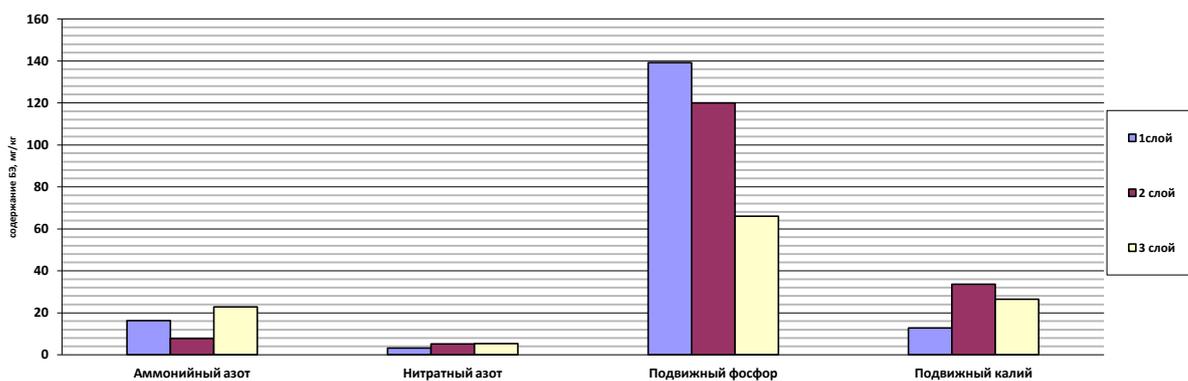


Рисунок 1. Распределение биофильных элементов по почвенному профилю реплантоземов, мг/кг (ПП № 8)

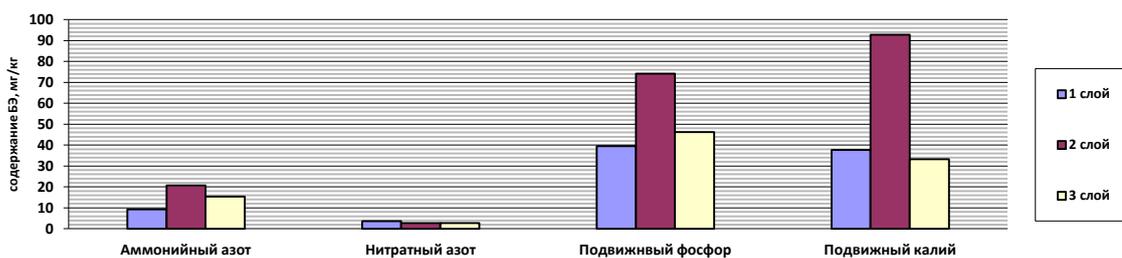


Рисунок 2. Распределение биофильных элементов по почвенному профилю урбаноземов, мг/кг (ПП № 6)

Вниз по почвенному профилю содержание неорганического азота увеличивается, т.к. почвы города имеют легкий гранулометрический состав и представлены в основном супесью, что приводит к вымыванию в нижние слои почвы NO_3^- и NH_4^+ и их накоплению в нижних слоях почвы. Однако распределение N- NH_4 по профилю реплантоземов и урбаноземов неравномерное. Максимум его содержания в урбаноземах приходится на средние слои, в реплантоземах – обратная картина – в средних слоях зафиксировано низкое содержание N- NH_4 . Это связано с тем, что урбаноземы имеют более мощный органический слой «урбик» по сравнению с реплантоземами, приводящий к активному закреплению NH_4^+ в ППК. Высокое содержание N- NH_4 в реплантоземах связано с активностью процессов аммонификации в верхних слоях почвы и дальнейшим вымыванием NH_4^+ в нижние слои почвы [2].

Содержание нитратного азота в почвах города не превышает предельно допустимой концентрации ($\text{ПДК}_{(\text{N-NO}_3)}=29,55$ мг/кг) и колеблется от 4,00 до 25,70 мг/кг почвы. Поступление нитратов в почвы носит техногенный характер. Практически все ПП, в почвах которых зафиксировано повышенное содержание N- NO_3 , находятся недалеко от крупных автостоянок и объездных дорог. В реплантоземах содержание N- NO_3 вниз по профилю увеличивается равномерно, что связано с промывным типом водного режима почв, характерным для данного региона, а также наличием маломощного гумусового горизонта. В урбаноземах максимум содержания N- NO_3 наблюдается в верхних слоях,

для которых характерен более мощный гумусовый слой «урбик». К тому же в летний период при оптимальных значениях температуры окружающей среды (25-32 °С) и нейтральной реакцией среды почвенного раствора активна деятельность организмов-нитрификаторов, что способствует активизации процессов нитрификации и, как следствие, накоплению NO_3^- в гумусовом горизонте [2].

Содержание подвижного фосфора в реплантоземах и урбаноземах составляет 212,07 и 46,37 мг/кг соответственно. Почвы 23% ПП характеризуются повышенным содержанием фосфора, на 63% ПП содержание его высокое и очень высокое и только на 4-х ПП – среднее. В условиях города значительные количества подвижного фосфора привносятся в почву вместе со сточными водами, т.к. фосфор входит в состав всех синтетических моющих средств. Поскольку для растений доступно лишь 10-20 % всего фосфора, содержащегося в почве, то дальнейшее его накопление может привести к «зафосфачиванию» почв города [8]. Корреляционный анализ выявил обратную зависимость между рН почвенного раствора и содержанием P_2O_5 (коэффициент корреляции $r = -0,98$). Это связано с тем, что при переходе реакции среды почвенного раствора от кислой к нейтральной и слабощелочной содержание минеральных форм фосфора уменьшается, что подтверждается низким содержанием P_2O_5 в почвах ПП, где рН почвенного раствора составляет 7,0 и более.

В реплантоземах содержание P_2O_5 вниз по профилю плавно снижается, аккумулируясь в верхнем горизонте, более богатом гумусом, чем нижележащие слои, представленные супесью. В урбаноземах содержание P_2O_5 изменяется скачкообразно, достигая максимума в среднем слое.

Содержание подвижного калия в почвах Новодвинска высокое и составляет в среднем для реплантоземов 258,67 мг/кг, урбаноземов – 169,55 мг/кг. Высокое содержание подвижного калия в реплантоземах – почвах новостроек – говорит об антропогенном характере поступления подвижного калия в почву. Распределение подвижного калия по профилю почвы неравномерное, при этом как в реплантоземах, так и в урбаноземах максимум содержания K_2O зафиксирован в средних слоях почв.

Таким образом, почвы Новодвинска характеризуются повышенным содержанием подвижного фосфора и неорганического азота, высоким содержанием подвижного калия, что указывает на антропогенный и техногенный характер их поступления в почвы города. Почвы данного региона характеризуются промывным типом водного режима, легким гранулометрическим составом и низким содержанием гумуса, поэтому наблюдается накопление биофильных элементов в средних и нижних слоях почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрoхимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Агрoхимия / Под ред. Петербургского А.В., Смирнова П.М. Изд-е 3-е, перераб. и доп.. М.: «Колос», 1975. 495 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.- Ввод. с 01.01.86 – М.: Изд-во стандартов. 1984. 7 с.
4. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Ввод. с 01.07.87 до 01.07.92. – М.: Изд-во стандартов, 1986. 8 с.
5. ГОСТ 26207-28 Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – Ввод. с 01.07.85 до 01.07.95. – М.: Изд-во стандартов, 1987. 7 с.
6. Наквасина Е.Н. Полевой практикум по почвоведению / Под ред. Наквасиной Е.Н., Серого В.С., Семенова Б.А.. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2007. 127 с.
7. Практикум по агрохимии / Под ред. Радова А.С., Пустового И.В., Королькова А.В. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
8. Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, классификация, функции//Почва, город, экология/ Под ред. Добровольского Г.В.. – М.: Фонд «За экологическую грамотность», 1997. С. 15-88.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ (II) ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

*К.Г. Боголицын^{1,2}, И.А. Кузнецова¹, О.С. Бровко^{1,2}, Н.С. Ларионов^{1,2}, И.А. Паламарчук¹,
Т.А. Бойцова¹*

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск

Гуминовые кислоты (ГК), являясь основным компонентом органической части почвы, выполняют важные биосферные функции, в том числе регулируют потоки макро- и микроэлементов в окружающей среде. ГК – это уникальные природные полимеры переменного и неопределенного состава, которые содержат конденсированное ядро ароматических и гетероциклических соединений и боковые ответвления, насыщенные кислородсодержащими группами разной природы [1]. ГК относят к самоорганизующимся анионным полифункциональным полиэлектролитам (ПЭ). Полифункциональность ГК определяет способность ГК вступать в реакции ионного обмена, окислительно-восстановительные реакции и участвовать в комплексообразовании. Кроме того, ГК участвуют в донорно-акцепторных, гидрофобных и сорбционных взаимодействиях.

Среди всех микроэлементов - тяжелых металлов (ТМ) – поступающих в окружающую среду в избыточных количествах из различных источников одним из приоритетных и наиболее опасных поллютантов является кадмий. При поступлении в водную среду кадмий распределяется между компонентами раствора, вступая во взаимодействия с его взвешенной, растворенной и коллоидной частью.

Извлечение ионов кадмия из водной среды сорбционными методами с целью ее очистки является важной экологической задачей, поэтому целью настоящей работы является изучение влияния ионной силы и кислотности растворов на процесс извлечения из них ионов кадмия (II) гуминовыми кислотами в статических условиях.

В качестве объекта исследования выбраны ГК, выделенные из верхового торфа Архангельской области согласно методике, изложенной в работе [2].

Исследование сорбционных свойств ГК в статических условиях проводили методом потенциометрии, используя иономер «Эксперт-001» с ион-селективным электродом ЭЛИС-131-Cd. Исследование влияния концентрации фонового электролита на процесс сорбции ионов кадмия проводили при $pH=4,00\pm 0,05$ и температуре $25,00\pm 0,25^{\circ}C$. Исследование влияния кислотности раствора – при концентрации $KNO_3=0,01$ М.

Изотермы сорбции строили на основе данных потенциометрического титрования навески гуминовой кислоты в растворе с заданной ионной силой и pH. Каждый эксперимент включал 3 параллельных опыта с последующим расчетом стандартного среднеквадратичного отклонения. Для описания изотерм адсорбции ТМ использовали уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра.

Сорбцию ионов Cd(II) проводили в области pH от кислой до нейтральной, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Изменение величины предельной сорбции ионов кадмия (II) ГК в зависимости от pH

pH	по ур. Ленгмюра			по ур. Фрейндлиха		
	A_{∞} , ммоль/г	k	г	k, ммоль/г	n	г
3	0,02	3,55	0,956	1,32	2,70	0,901
4	0,19	37,6	0,988	7,15	0,51	0,814
5	0,61	8,74	0,962	2,38	1,10	0,947
6	0,83	1,67	0,995	1,56	1,96	0,946
7	0,85	85,5	0,999	2,34	2,35	0,933

Рост степени извлечения ионов Cd (II) наблюдается в области нейтральных значений pH, максимальное извлечение соответствует $pH = 7,0$ (наиболее точно процесс сорбции ионов кадмия (II) гуминовыми кислотами описывает уравнение Ленгмюра).

Дальнейшее изучение влияния ионной силы на процесс сорбции ионов кадмия (II) из раствора свидетельствует о том, что при росте ионной силы происходит повышение

степени извлечения ионов из раствора, которая при концентрации фонового электролита 1,0М KNO₃, приближается к 100%.

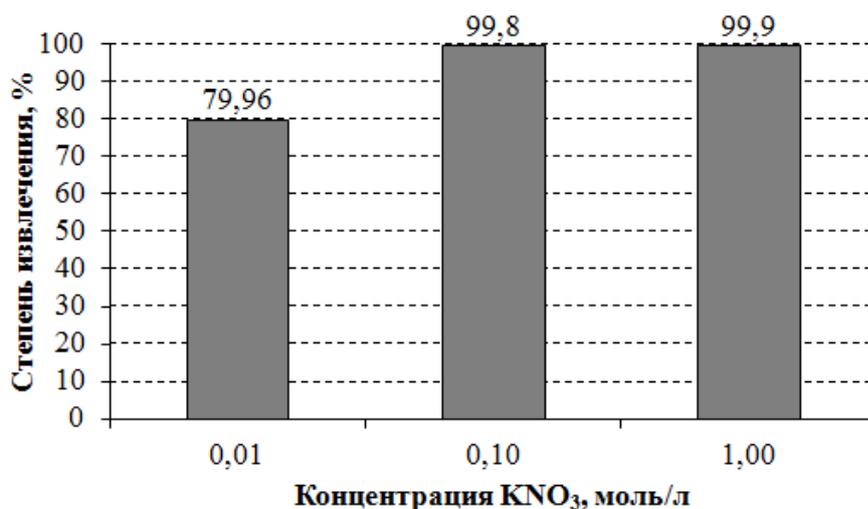


Рисунок 1. Извлечение ионов кадмия (II) ГК в зависимости от концентрации фонового электролита

В результате проведенного эксперимента установлено, что сорбция ионов Cd(II) повышается в интервале pH = 5,0-7,0; максимальная сорбция из раствора соответствует pH = 7,0. При этом, увеличение ионной силы раствора способствует сорбционному извлечению ионов кадмия (II) гуминовыми кислотами, вплоть до полного их извлечения.

Так как полиэлектролитные свойства ГК усиливаются в щелочной области, показано, что повышение pH раствора и увеличение ионной силы являются основными факторами, влияющими на сорбционную способность по отношению к ионам тяжелых металлов, повышая последнюю.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-исследовательские кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (ГК № 16.740.11.0159).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перминова, И.В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот [Текст]: Автореферат дисс... докт. хим. наук// И.В. Перминова. – М., 2000. – 50 с.
2. Орлов, Д.С. Химия почв [Текст]:/ Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И.Суханова. – М.:Высшая школа, 2005. – 558 с.

СКОРОСТНЫЕ МОДЕЛИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Н.В. Ваганова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

К настоящему времени по глубинному строению европейского Севера накоплен большой объем материалов, прежде всего, геологических, геофизических, сейсмологических. В представленной работе сделана попытка сопоставления имеющихся сведений о скоростной структуре земной коры и мантии, опубликованных разными авторами.

Территория Севера Русской плиты, преимущественно охватывающая Мезенскую синеклизу и северное крыло Московской синеклизы, изучена сейсмическими (ГСЗ, МОВ, МОГТ) и сейсмологическими (МОВЗ) методами с использованием специальных и промышленных взрывов, регистрацией удаленных и близких землетрясений. Большое значение для получения представлений о глубинном строении сыграли материалы ГСЗ-МОВЗ, полученные ФГУП Центр ГЕОН им. В.В. Федынского (ранее СРГЭ НПО «Нефтегеофизика»). Результаты исследований опубликованы в (*Строение земной коры, 1987; Шаров Н.В., 1998, 2004; Егоркин А.В., 1987, 2000; Костюченко С.Л., 1995, 1998, 2005; Золотов Е.Е. и др., 1998; Губайдуллин М.Г., 2000*) и др.

В Архангельском сейсмологическом стационаре-обсерватории, совместно с ИФЗ РАН, с 2007 года проводятся исследования скоростной структуры земной коры и верхней мантии с использованием методологии приемных функций [1] по записям удаленных землетрясений в пределах с/с KLM и LSH [2, 3]. Скоростные модели V_s в подстанционных областях по наблюдениям обменных волн P_s были построены методом регуляризации Тихонова [4], в которых основными чертами явилось выявление границ кристаллического фундамента и раздела Мохо [3].

С применением современного способа, основанного на совместном использовании обменных волн P_s и S_p , стало возможным получение распределения скоростей V_p , V_s и V_p/V_s до глубины 100 км и 300 км. В этом случае поиск оптимальной модели осуществляется методом «simulated annealing» [5], входящим в группу методов Монте-Карло. Метод предполагает построение последовательности моделей, сходящейся в среднем к глобальному минимуму целевой функции. Стартовая модель выбирается случайно в пределах предполагаемой области решений. Каждая последующая модель вычисляется как слабое возмущение предшествующей. Принципиально новым здесь является то, что при построении скоростной модели до глубины 300 км в качестве

параметров дополнительно были введены невязки, определяющие высокоскоростной характер верхней мантии Восточно-Европейской платформы. По наблюдениям обменных волн [2] было установлено, что скорости сейсмических волн в верхней мантии на севере Русской плиты, равно как и в южной части Балтийского щита, выше, чем стандартные по модели IASP91. Невязки времен запаздывания составляют: для Р-волн -0.8 сек, для S-волн -2.4 сек, и они формируются на глубинах выше 250 км. Таким образом, с учетом указанных невязок, были получены скоростные модели для двух участков: северного крыла Московской синеклизы (под с/с KLM) и Мезенской синеклизы (под с/с LSH) (рис.1), позволяющие получить представление о поведении скоростей в коре, подкоровой литосфере и верхней мантии.

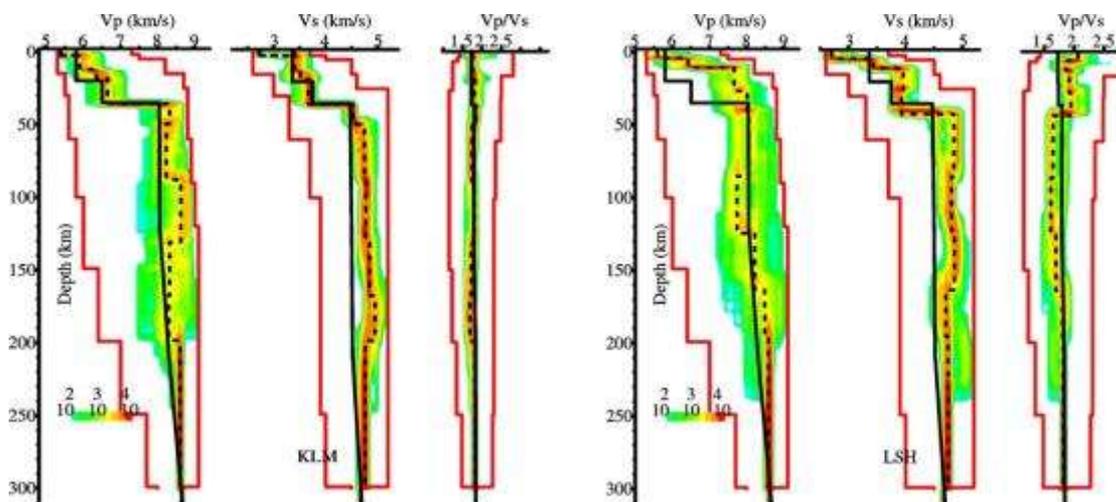
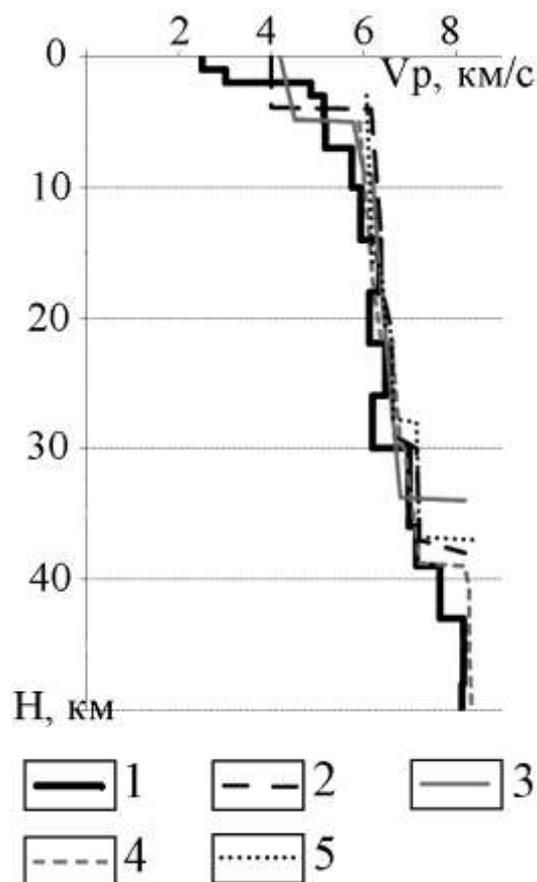


Рисунок 1. Скоростные модели в районе с/с KLM (слева) и с/с LSH (справа). Цветом показаны гистограммы распределения значений скоростей. Красные линии - области поиска; сплошные черные линии – модель IASPEI91; пунктирные линии — наиболее вероятные значения скоростей

В толще от 50 до 300 км максимальная скоростная аномалия V_p по отношению к стандартной модели IASP91 под с/с KLM достигает 0.6 км/сек, аномалия V_s достигает 0.4 км/сек. Под с/с LSH скорость V_s повышена на 0.8 км/сек.

Сделаем попытку сравнения моделей глубинного строения земной коры Мезенской синеклизы, полученными путем увязки обменных, рефрагированных и отраженных границ вдоль опорных профилей III «Двинская губа – р. Мезень», IV «Р. Онега – Чешская губа» в районе Лешуконского грабена и результатов инверсии функций приемника по данным с/с LSH, расположенной вблизи этих профилей (рис. 2).



- 1 – по результатам инверсии функций приемника под с/с LSH [4];
- 2 – по материалам ГСЗ-МОВЗ профиль IV [6];
- 3 – по материалам ГСЗ профиль III [7];
- 4 – по результатам комплексной интерпретации ГСЗ-МОВЗ и гравиметрии по профилю IV [8];
- 5 - по материалам ГСЗ-МОВЗ профиль III [6]

Рисунок 2. Сопоставление скоростных моделей V_p в районе Лешуконского грабена Мезенской синеклизы, опубликованных разными авторами

Глубинное строение характеризуется в целом схожим для всех моделей поведением скорости в кристаллической коре, но различается по количеству границ, характеру их прослеживания, наличием или отсутствием согласованных границ, что объясняется применением разных методов и видов волн. В разрезе выделяется устойчивая граница кристаллического фундамента, прослеженная в интервале глубин 3 – 5 км. В консолидированной коре присутствуют верхний и нижний гранито-гнейсовый, гранулитовый, базитовый слои. Граница Мохо в Мезенской синеклизе фактически не фиксируется или прослеживается фрагментарно. В данном случае она не выделяется как резкая скоростная граница и это свидетельствует о наличии переходного слоя между корой и верхней мантией в виде тонкослоистой переходной пачки, сложенной разнородными и тектонически разрушенными комплексами пород. Залегание раздела М на глубине от 34 до 39 км свидетельствует о сильной тектонической гетерогенности поверхности Мохорвичича в Мезенской синеклизе в частности, и на всей территории

Русской плиты в целом, что констатируют многие исследователи (Егоркин А.В., Костюченко С.Л., Шаров Н.В., Золотов Е.Е., Ракитов В.А., Кутинов Ю.Г., Губайдуллин М.Г., Щукин Ю.К., Макаров В.И., Юдахин Ф.Н., и др.).

Используемый метод функции приемника зарекомендовал себя как эффективный способ получения знаний о скоростной структуре земной коры и верхней мантии, используя данные *одиночных* сейсмостанций, что является актуальным для районов крайнего севера, Арктических и приарктических территорий, в условиях отсутствия плотной сети сейсмических наблюдений. Полученные скоростные модели имеют хорошую сходимость с существующими сейсмическими моделями Севера Русской плиты, они не противоречат полученным ранее, а дополняют и уточняют их.

Автор благодарит к.ф.-м.н. С.И. Орешина, к.ф.-м.н. Г.Л. Косарева, к.ф.-м.н. С.Г. Киселева, к.ф.-м.н. В.И. Французову за помощь в овладении методологией приемных функций и научные консультации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vinnik L.P. Detection of waves converted from P to S in the mantle. // *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 15, 1977. P. 39-45.
2. Французова В.И., Ваганова Н.В., Юдахин Ф.Н., Винник Л.П., Косарев Г.Л., Орешин С.И. Строение литосферы по данным обменных волн под сейсмостанцией Климовская // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия геология*. 2011, № 1. С 176 – 183.
3. Французова В.И., Ваганова Н.В., Косарев Г.Л., Орешин С.И. Скоростные разрезы земной коры Севера Русской плиты по данным станций Климовская и Лешуконское. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Шестой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2011. С. 344 – 348.
4. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. 288 с.
5. Mosegaard K., Vestergaard P.D. A simulated annealing approach to seismic model optimization with sparse prior information. *Geophys. Prospect*. 1991, 39, 599–611.
6. Строение земной коры и верхней мантии вдоль профилей Чешская губа – пай-Хой, Белое море – Воркута, Двинская губа – р. Мезень, р. Онега – Чешская губа, р. Вага – Белое море. Отчет камеральной партии СРГЭ о результатах региональных сейсмических исследований ГСЗ, МОВЗ, проведенных в 1985-1987 гг. на севере Европейской части СССР (в двух книгах). Листы R-39, 40, 41, 42; Q-37, 38, 39, 40, 41; P-37, 38. Отв. исполнитель А.В. Егоркин. – Москва, 1987, 188 с.
7. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Иерархический ряд проявлений щелочно-ультраосновного магматизма Архангельской алмазоносной провинции. Их отражение в геолого-геофизических материалах. Архангельск: ОАО «ИПП «Правда Севера», 2004, с. 17.
8. Губайдуллин М.Г. Региональные геолого-геофизические модели литосферы // *Литосфера и гидросфера европейского Севера России. Геоэкологические проблемы*. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. С.57 – 67.

ЛАТЕРАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ПОЙМЫ Р.ВЯТКА ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

О.М. Вахрушева, А.В. Канева

ГОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет» Институт естественных наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) основан в конце 1938 г. как объект военно-промышленного комплекса. В результате его деятельности, связанной с производством и хранением радиоактивных и химических веществ, ландшафты водосборного бассейна р. Вятки, имеющей значимое народно-хозяйственное значение, были загрязнены радионуклидами, тяжелыми металлами (ТМ) и технологическими отходами производства аммиака, аммиачной селитры, азотной кислоты, фтористого водорода, хлора и едкого натра.

Но риск для окружающей природной среды прошлой и нынешней деятельности Кирово-Чепецкого комбината на основе ясных количественных критериев до сих пор не оценен. Изучение современного состояния почвенного покрова вблизи Кирово-Чепецкого комбината позволяет получить информацию об изменении экологических функций почв при воздействии антропогенных факторов. Ценность этих данных очевидна как с позиции развития научных основ защиты окружающей среды от химических и радиоактивных воздействий, так и для понимания следствий тех процессов, которые происходят в биосфере в условиях увеличивающегося техногенного воздействия.

Цель настоящего исследования – оценка экологического риска загрязнения почв металлами и радионуклидами вблизи КЧХК. Для этого было необходимо выявить закономерности латерального распределения металлов и радионуклидов в почвах поймы р. Вятка вблизи КЧХК и оценить уровень загрязнения почв с учетом санитарно-гигиенических критериев.

Для исследования выбраны 2 участка, расположенные вблизи КЧХК в пределах основного геохимического сопряжения – первой надпойменной террасы и поймы р. Вятка. Почвы участков – аллювиально-дерновые, в понижениях с признаками оглеения. Территории участков заняты разнотравно-злаковым фитоценозом с преобладанием семейств *Graminea*, *Composita* и *Urticaceae*.

Контрольный участок выбран в сходных с экспериментальным почвенно-климатических и геохимических условиях. Участок расположен в пойме р. Юг на

территории заказника «Былина» Кировской обл. и представляет собой разнотравно-злаковый фитоценоз с доминированием семейств *Gramineae* и *Rosacea*. Почвы участка – аллювиально-дерновые.

Отбор проб почв с участков проводили по заранее разработанной координатной сети с шагом 200 м между опорными точками. Для определения координат точек на местности применяли портативный навигатор. Всего отобрано 38 образцов почв с глубины 0-20 см в пределах экспериментальных участков, а также 10 образцов с контрольного участка.

При составлении карт использовали программу ArcView GIS-3.2.

Анализ агрохимических характеристик (калий подвижный, фосфор подвижный, азот общий, углерод общий, гумус) почв, а также содержания металлов и радионуклидов в образцах выполнен в аккредитованных лабораториях Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Для оценки экологической опасности техногенного загрязнения почв металлами использовали два показателя. Стандартный показатель Саета (Z_c), учитывает суммарное загрязнение почв металлами [1] и определяется по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n KK_i - (n - 1), \text{ где} \quad (1)$$

n – количество элементов, концентрации которых в образце почвы достоверно (при $p=0.05$) превышали фоновое содержание; KK_i – здесь и в формуле (3) коэффициент концентрации i -го элемента, рассчитываемый по формуле:

$$KK_i = C_i / C_{\phi_i}, \text{ где} \quad (2)$$

C_i – концентрация i -го элемента в почве исследуемого участка, мг/кг воздушно-сухого образца; C_{ϕ_i} – фоновое содержание i -го элемента в почвах изучаемого региона (или контрольного участка), мг/кг воздушно-сухого образца.

Второй критерий оценки техногенного воздействия – экологический показатель ($Z_{ст}$) суммарного загрязнения почв [1] – учитывает, помимо содержания металла в почве, класс его опасности:

$$Z_{ст} = \sum_{i=1}^n (KK_i \times K_{тi}) - (n - 1), \text{ где} \quad (3)$$

$K_{тi}$ – коэффициент токсичности i -го элемента (табл. 1).

Таблица 1.

Классы опасности тяжелых металлов и металлоидов, содержащихся в почве, и коэффициенты их токсичности ($K_{т}$) [1].

Класс опасности элементов	Коэффициент токсичности $K_{т}$	Химические элементы
1	1.5	As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn, Cr
2	1.0	Co, Ni, Mo, Cu, Sb
3	0.5	Ba, V, W, Mn, Sr

Исследования показали, что в почвах фонового участка содержания металлов не превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности [2], а удельные активности радионуклидов – уровень глобальных выпадений для северных широт (табл. 2) [3].

Таблица 2

Содержание металлов и радионуклидов на экспериментальных и контрольном участках.

№	Определяемый показатель	Среднее значение и ошибка среднего значения металлов (радионуклидов), мг/кг (Бк/кг)			ПДК*
		Контроль	Участок 1	Участок 2	МЗУА**
1	Ртуть	0.04±0.01	0.42±0.10	1.34±0.25	2.1
2	Медь	1.5±0.3	0.81±0.19	1.13±0.18	3.0
3	Никель	3.6±1.1	4.7±1.6	4.6±1.5	4.0
4	Свинец	2.5±0.7	2.6±0.8	9.1±1.8	6.0
5	Цинк	4.5±1.0	3.9±1.5	10.6±2.0	23.0
6	Кадмий	<0.07	0.2±0.1	0.36±0.21	2.0
7	Цезий–137	4.1±1.2	197±26	987±115	10000
8	Стронций–90	8.2±2.3	64±19	81±23	100000

* – ПДК металла в почве, мг/кг [2];

** – МЗУА минимально значимая удельная активность i-го радионуклида в твердых радиоактивных отходах [4].

В пробах почв с экспериментального участка, расположенного на первой надпойменной террасе р. Вятка, концентрации абсолютного большинства изученных металлов и радионуклидов оказались выше соответствующих контрольных показателей. Превышение ПДК Ni обнаружено в 10 образцах почв из 19 изученных, а общая площадь участков, почвы которых загрязнены этим ТМ, составила 50 % от площади обследованной территории. Высокое содержание Pb (20 мг/кг) и Hg (4.4 мг/кг) отмечено в 10 % образцов почв. В целом, на первом экспериментальном участке наблюдается гетерогенное латеральное распределение металлов в почвах. Уровень загрязнения почв первого экспериментального участка, оцененный по показателю Саета (1), характеризуется как допустимый ($Z_c=12$). Однако на основе экологического показателя (3), учитывающего класс токсичности металлов, загрязнение почв оценивается как умеренно-опасное ($Z_{ct}=18.5$).

Удельные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышают минимально значимые (МЗУА) – 10^3 Бк/кг и 10^5 Бк/кг, соответственно [4].

Локальные пятна с высоким уровнем загрязнения приурочены, как и следовало ожидать, к аккумулятивным формам рельефа – западинам. Можно предположить, что поверхностное загрязнение исследуемого участка, расположенного на расстоянии 700 м от шламонакопителей и отстойников, происходит при сезонном поднятии грунтовых вод.

В почвах второго экспериментального участка, расположенного в пойме р. Вятка, концентрации ТМ и РН значительно превышают соответствующие величины для контрольного участка. Содержание Ni в почве выше ПДК (4 мг/кг) в 9 почвенных образцах из 15 отобранных. Общая площадь контуров почв с таким уровнем загрязнения составляет 68%. Высокий уровень загрязнения Pb и Hg зарегистрирован на меньшей части картируемой территории. Превышение ПДК Pb и Hg обнаружено в 4 и 3 образцах почв из 15 изученных, а общие площади загрязнения этими металлами составляют 40% и 30% соответственно.

Превышение МЗУА ^{137}Cs обнаружено в 6 образцах почв из 13 отобранных. Общая площадь почв с таким уровнем загрязнения составляет 80% от площади экспериментального участка. Удельная активность ^{90}Sr во всех проанализированных образцах оказалась ниже минимально значимой (10^5 Бк/кг). Поверхностное загрязнение почв второго экспериментального участка, расположенного в подчиненном геохимическом ландшафте – пойме р. Вятки, может происходить как при поднятии уровня грунтовых вод, контактирующих с шламонакопителями и отстойниками отходов, расположенными на территории КЧХК, так и в результате поверхностного смыва с первой надпойменной террасы, где находится комбинат.

В целом, загрязнение почв второго экспериментального участка оценивается и по критерию Саета ($Z_c = 40$), и по экологическому показателю ($Z_{ст} = 62$) как опасное, и, следовательно, может [5, 6] приводить к негативным последствиям для здоровья населения.

При ранжировании экспериментальных проб по общей удельной активности учитывали, что в случае смеси N радионуклидов почвы не относятся к радиоактивным отходам, если выполняется условие [7]:

$$K = \sum \left(\frac{A_i}{MЗУA_i} \right) + \sqrt{\sum \left(\frac{\Delta A_i}{MЗУA_i} \right)^2}, \quad (4)$$

где A_i – удельная активность i -го радионуклида в почве; $MЗУA_i$ – минимально значимая удельная активность i -го радионуклида в твердых радиоактивных отходах [4] либо удельная активность, в случае превышения которой материалы считают радиоактивно загрязненными, требующими специального контроля [9]; ΔA_i – абсолютная погрешность измерения удельной активности i -го радионуклида.

При $K \geq 1$ почвы относят к радиоактивным отходам.

На основании формулы (4) и рекомендованных ОСПОРБ-1999 значений МЗУА $_i$ пробы почв экспериментальных участков не относятся к классу радиоактивных отходов.

С учетом же существующих международных рекомендаций [8] по ограничению содержания радионуклидов искусственного происхождения в твердых материалах к радиоактивным отходам на первом исследуемом участке относятся 40%, которые занимают общую площадь загрязнения равную 500 м². На втором же участке к радиоактивным отходам следует отнести большую часть образцов (84%).

Проведенный анализ уровня химического и радиоактивного загрязнения почв участков вблизи КЧХК позволяет сделать следующие выводы:

1) С течением времени происходит распространение загрязнения из шламонакопителей и отстойников, расположенных на территории КЧХК, в сторону р. Вятка. Почвы участка, находящегося в пойме р. Вятка, характеризуются более высоким уровнем загрязнения по сравнению с территорией в пределах первой надпойменной террасы вблизи шламонакопителей.

2) В настоящее время сложилась неблагоприятная экологическая ситуация в районе расположения КЧХК. Экологический риск поверхностного загрязнения почв металлами в непосредственной близости от шламонакопителей и отстойников на территории КЧХК оценивается как умеренно-опасный, а почв поймы р. Вятка – как опасный.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Уральского (№12-И-4-2006) и Сибирского отделений РАН (№12-С-4-1008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах // М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 86 с.
2. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами N 4266-87. Утв. МЗ СССР 13.03.1987 г.
3. UNSCEAR. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly Official Records, 17th Session, Suppl. 16 (A/5216). Annex F: Environmental contamination. New York: United Nations, 1962.
4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. (ОСПОРБ-1999). СП 2.6.1.799-99. // М.: Минздрав России, 1999.
5. Выборов С.Г., Павелко А.И., Щукин В.Н., Янковская Э.В. Оценка степени опасности загрязнения почв по комплексному показателю нарушенного геохимического поля // Современные проблемы загрязнения почв. Межд. научн. конф. М., 2004. С. 195-197.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. // М.: Астрей–2000, 1999. 786 с.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. // М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
8. IAEA. (2004) International Atomic Energy Agency. Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance: safety guide. Safety standards series. № RS-G-1.7. Vienna, 2004.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ПРЕСНОВОДНОЙ ЖЕМЧУЖНИЦЫ *MARGARITIFERA MARGARITIFERA* (L., 1758) В ЛЕСОСПЛАВНЫХ РЕКАХ БАССЕЙНА ЮЖНОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ

И.В. Вихрев, И.Н. Болотов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Жемчужница европейская редкий исчезающий вид, занесенный в Красные книги различных рангов от международной до региональных. В настоящее время наблюдается сокращение численности или исчезновение популяций *M. margaritifera* в сильно освоенных человеком регионах [1, 2, 3]. Однако существуют экосистемы, антропогенная нагрузка на которые была интенсивной, но к настоящему времени практически сошла на нет. В настоящее время в некоторых из таких природных сообществ мы можем наблюдать процесс восстановления популяций жемчужницы, находившихся на грани исчезновения.

Наши исследования проводились на реках Нименьга (с притоками Юдьма и Акан) и Малошуйка, принадлежащих к бассейну Летнего берега Белого моря, и расположенных к западу от бассейна р. Онеги. Нименьга и Малошуйка близки по гидрологическим параметрам, относятся к категории малых нерестовых лососевых рек, имеют длину до 100 км и впадают в Онежскую губу Белого моря. Как на Нименьге, так и на Малошуйке исследования проводились выше одноименных поселков городского типа. Протяженность исследуемых участков русла: на р. Малошуйка 1,3 – 3,6 км, на р. Нименьга 1,7 км при впадении Акана и 0,2 км при впадении Юдьмы.

На каждом из обследуемых участков русел рек закладывали по несколько трансект различного размера. На каждой трансекте производили визуальный поиск моллюсков методом биологического snorkлинга. Всех обнаруженных моллюсков собирали в сетку и доставляли на берег для промеров. Всего было промерено 686 экз. (220 экз. в Малошуйке, 283 экз. в Нименьге и 183 экз. в Юдьме). После промеров моллюсков сразу же возвращали обратно на тот участок реки, откуда они были собраны. На каждой трансекте проводили также гидрологические исследования. Для гидрохимического анализа на каждом участке была отобрана смешанная проба поверхностных вод согласно ГОСТ Р 51592-2000 ($N = 4$: по одной пробе из Малошуйки и Юдьмы, две пробы из Нименьги). Пробы проанализированы в аккредитованной лаборатории аналитического центра Северного (Арктического) федерального университета. Для определения возраста наиболее молодых моллюсков в выборках использовалась следующая формула: $y = (0.275x - 0.206) \pm 0.254$, где y – возраст (лет), x – длина створок раковины ($\leq 74,5$ мм).

Популяции жемчужницы были обнаружены на сравнительно небольших по протяженности участках Нименьги и Малошуйки. В Нименьге жемчужница населяет ее приток Юдьму и основное русло реки в районе впадения этого притока. В верхнем течении реки на довольно протяженном участке (площадь обследованных трансект 63 м²) был найден всего лишь один моллюск, а в Акане особи этого вида не были обнаружены. В Малошуйке популяция заселяет участок реки в среднем течении, причем путем продвижения от обнаруженных колоний жемчужницы вверх по реке была определена верхняя граница их распространения. Вверх по реке жемчужницы распространены до плесов со слабым течением, относительно большими глубинами (до 1.7 м) и песчаным заиленным дном с редкими валунами. В целом колонии тяготеют к средним и нижним частям русел рек, не выходя, однако, за пределы участков с высокими значениями уклонов русла и сравнительно быстрым течением. Средние глубины на таких участках 0.3-0.5 м, скорость течения на перекатах до 0.5 м/с, на плесах 0.05-0.20 м/с. Преобладают галечные и галечно-валунные грунты с песчаными или илисто-песчаными участками, а в Юдьме – крупнозернистые пески с отдельными крупными валунами.

В недавнем прошлом здесь проводились сплошные рубки леса. Особенно сильной лесопромышленной нагрузке подвергалась Нименьга, где лесозаготовка и сплав леса были начаты еще в XIX веке и продолжалась до 80-х годов XX в. Кроме того на этих реках велся промысел жемчуга. Исследования показали, что в обеих реках сохранились небольшие популяции жемчужницы европейской, которые состоят преимущественно из старовозрастных особей. Наименьшей средней плотностью отличается популяция в р. Малошуйка, в основном русле Нименьги этот показатель заметно выше. Максимальная плотность популяции характерна для р. Юдьмы.

Распределение особей в бассейнах Нименьги и Малошуйки агрегированное, причем в каждой реке есть один или несколько участков с относительно повышенной плотностью, практически не имеющих отличий от остальных по экологическим условиям. Согласно некоторым данным распределение популяций жемчужницы в реке совпадает с нерестово-выростными угодьями лосося [4]. Учитывая эти данные и средневзвешенную плотность жемчужницы в реках можно оценить общую численность моллюсков в Малошуйке – 42195 экз., в Нименьге – 1734 экз.

Частотные распределения выборок жемчужницы по длине раковины для Малошуйки и Нименьги имеют тенденцию смещения в правую часть спектра, что свидетельствует о резком преобладании в популяциях крупных старых особей. Таким образом, среди изученных рек только в Юдьме процесс воспроизводства популяции жемчужницы идет более-менее устойчиво, хотя и медленными темпами. Неблагоприятная

ситуация наблюдается в Малошуйке и основном русле Нименьги, где размножение жемчужницы явно лимитировано уже в течение длительного времени.

В выборке из основного русла Нименьги молодых особей не обнаружено, а в Юдьме и Малошуйке их <3% (рис. 3). Отсутствие молодых особей в выборках из р. Нименьга может объясняться воздействием молевого лесосплава. Колонии жемчужницы здесь обнаружены только в районе впадения Юдьмы. Восстановление популяции жемчужницы в Нименьге происходит вверх и вниз по течению от Юдьмы, которая могла выступать рефугиумом для жемчужницы в период интенсивной лесопромышленной нагрузки на основное русло. Кроме того значимым лимитирующим фактором здесь выступает недостаточная плотность молоди лососевых рыб – хозяев глохий жемчужницы, что замедляет процесс восстановления популяций.

В обоих речных бассейнах имеются популяции семги и кумжи (видимо, как проходная, так и оседлая формы). Судя по данным о численности популяций лосося в малых реках Карельского берега, численность стад семги в Нименьге и Малошуйке исходно была невысокой – возврат <100 производителей в год. Можно предполагать, что при современном почти бесконтрольном вылове лишь единичные производители проходят на нерестилища.

Таким образом, все обнаруженные здесь популяции обладают невысокой численностью, несмотря на то, что их места обитания находятся в малонаселенных лесных ландшафтах. Основным лимитирующим фактором здесь выступает недостаточная плотность молоди лососевых рыб – хозяев глохий жемчужницы. Предположительно, негативное влияние на популяцию жемчужницы в р. Нименьге оказал молевой лесосплав, причем сейчас наблюдается постепенный процесс ее расселения из малого притока Юдьмы в основное русло реки.

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента России (МД-4164.2011.5), Уральского отделения РАН (№12-П-5-1014, 12-М-45-2062), РФФИ (№11-04-98815 и 12-04-00594), ФЦП «Кадры» и программы «Темплан вузов» №546152011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Golubev B.F., Golubeva E.B. Abundance and density of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* population in rivers of northwest Russia in the period from 1971 to 1979. // Conservation of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Petrozavodsk, 2010, p. 12-18.
2. Иешко И. П. Пресноводная жемчужница // Скальные ландшафты Карельского побережья Белого моря: природные особенности, хозяйственное освоение, меры по сохранению. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 143-146.

3. Махров А. А., Иешко Е. П., Щуров И. Л., Барская Ю. Ю., Лебедева Д. И., Новохацкая О. В., Широков В. А. Оценка состояния популяций европейской жемчужницы (*Margaritifera margaritifera*) Северной Карелии с использованием данных о численности и зараженности рыб-хозяев // Зоологический журнал. 2009. Том 88. № 12. С. 1425–1432.
4. Зюганов В.В., Зотин А.А., Третьяков В.А. Жемчужницы и их связь с лососевыми рыбами. М.: Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, 1993. 133 с.

О ПОГРЕШНОСТЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ СРЕД

В.А. Габлин¹, М.О. Большаков¹, Л.В. Говорова¹, С.О. Шанин¹, А.И. Логинова²

¹ ГУП МосНПО «Радон», г. Москва

² Томский политехнический университет, г. Томск

Площадные радиоэкологические исследования в нашей стране известны в трех регионах [3-5]. Учитывая повышенное внимание к экологическим проблемам, есть основания полагать, что система радиационно-экологического мониторинга будет со временем охватывать и другие регионы. В этой связи представляется актуальной разработка общего подхода к методическому и метрологическому обеспечению всех стадий мониторинга.

Вопросам погрешности измерений посвящено большое количество работ. Между тем за рамками рассмотрения остаются погрешности пробоотбора и пробоподготовки, поскольку результаты пробоотбора и пробоподготовки не описываются численными характеристиками. Авторы предлагают оценивать погрешности этих стадий косвенно – через проведение измерений.

Абсолютная погрешность, характеризующая степень близости измеренных и истинных значений, это совокупность погрешностей и неопределенностей нестохастической природы, *не поддающихся количественной оценке*. Количественно оценить можно лишь относительную погрешность, характеризующую степень близости результатов независимых измерений и связанную со статистическим характером процесса измерения и вероятностной природой излучения. В дальнейшем речь будет идти только об *относительной погрешности*.

Оценка **погрешности пробоотбора** превосходит по сложности оценку погрешностей пробоподготовки и измерений. Единственным критерием качества отбора пробы является ее представительность, т. е. степень, в какой по отобранной пробе можно судить об участке пробоотбора. Проблема представительности – это проблема учета неоднородности распределения радионуклидов на участке пробоотбора. Традиционно площадные пробы (снежный покров, почва, травяной покров, листва деревьев и т. д.)

отбираются способом «конверта», при котором результатом пробоотбора является объединенная проба из пяти единичных проб, отобранных в углах и центре квадрата 10x10 м.

Степень радиационной неоднородности, которая определяется вариациями состава природного объекта [2], предлагается рассчитывать как $\lambda = 100 \% |A_i - A_0| / A_0$, где A_i – измеренное значение удельной активности единичной пробы; A_0 – измеренное значение удельной активности объединенной пробы.

Нулевую погрешность пробоотбора обеспечивает только массовая проба со всей площади конверта. При отборе единичной пробы погрешность пробоотбора будет максимальной. Соответственно, при отборе единичной пробы радиационная гетерогенность будет равна нулю, а при опробовании конверта по всей площади – в общем случае максимальной. Это означает, что погрешность пробоотбора и величина λ связаны обратной зависимостью. Характер ее неизвестен, однако условно принимаем, что величина погрешности пробоотбора δ может быть рассчитана как $\delta = 1/\lambda$. Для расчета максимальной погрешности пробоотбора выбираются минимальные значения радиационной неоднородности λ . Расчет оптимального числа единичных проб на «конверт», в зависимости от величины радиационной неоднородности ландшафтного элемента природной среды невозможен. Такой расчет можно выполнить для конкретного конверта, варьируя количество единичных проб, но его результаты будут в общем случае неприменимы к любому другому конверту, радиационная неоднородность которого априорно не известна.

При оценке суммарной **погрешности пробоподготовки** необходимо учитывать расчетные, метрологические и экспериментальные величины.

Расчетной составляющей является погрешность воспроизводимости – статистической равнозначности результатов измерений ряда приготовленных из объединенной пробы счетных образцов на разных детекторах, которая определяется отдельно для каждой единичной пробы с последующим выбором максимального значения по соотношению $\delta = 100 \% |A_i - \bar{A}| / \bar{A}$, где A_i – измеренное значение удельной активности в единичной пробе; \bar{A} – среднее значение удельной активности. К метрологическим характеристикам относятся погрешности взвешивания (зависит от класса весов и массы взвешиваемого материала), фракционирования (зависит от крупности материала) и сокращения [6]. Экспериментально установленной является величина весовых потерь, обусловленных пылением сухого вещества пробы при измельчении, пересыпании и налипанием тонких частиц на рабочие части используемого оборудования. Эта величина

равна 2,2 %. Суммарная погрешность рассчитывается как квадратный корень из суммы квадратов отдельных погрешностей.

При расчете суммарной **погрешности измерений** следует учитывать аппаратную погрешность при 2σ (с выбором максимального значения) и погрешность повторяемости – статистической равнозначности результатов ряда измерений одного счетного образца на одном детекторе при одних условиях. Погрешность повторяемости определяется отдельно для каждой единичной пробы с последующим выбором максимального значения по формуле $\delta = 100 \% |A_i - \bar{A}| / \bar{A}$, где A_i – измеренное значение удельной активности в единичной пробе; \bar{A} – среднее значение удельной активности. Суммарная погрешность измерений рассчитывается как квадратный корень из суммы квадратов погрешности повторяемости и аппаратной погрешности.

Суммарная погрешность радиэкологического мониторинга рассчитывается как квадратный корень из суммы квадратов погрешностей пробоотбора, пробоподготовки и измерений.

В настоящей работе разработан алгоритм оценки суммарной погрешности радиационно-экологического мониторинга почв.

На статистически ограниченном материале почв г. Москвы выполнен расчет погрешности для основных радиационных параметров на стадиях отбора проб (табл. 1), подготовки к измерениям счетных образцов и выполнения измерений для почв различных ландшафтных зон с учетом всех составляющих, а также расчет суммарной погрешности (табл. 2).

Таблица 1.

Максимальные значения погрешности пробоотбора (%)

ландшафтная зона	$\Sigma\alpha$		$\Sigma\beta$		^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th
	тонкая фракция	грубая фракция	тонкая фракция	грубая фракция				
лесопарковая	∞	25	6	5	11	6	100	11
жилой массив	50	∞	12	7	100	8	100	25
промзона	50	∞	∞	50	100	50	100	25

Оценка относительной погрешности пробоотбора (а также пробоподготовки и измерений) по параметрам ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th выполнена без предварительного деления проб на грубую и тонкую фракции. Фракционирование необходимо для [1]: а) получения информации о вещественном составе, необходимой для расчета фоновых значений радиационных параметров; б) обеспечения наибольшей представительности счетных образцов. Обычно для обеспечения представительности счетного образца при гамма-спектрометрических измерениях достаточно правильного сокращения, поэтому фракционирование перед этими измерениями применяется лишь в случае, если для

радиационной оценки почв на данной территории удельные суммарные активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов являются неинформативными.

Таблица 2.

Суммарная относительная погрешность радиоэкологического мониторинга почв, максимальные значения (%)

ландшафтная зона	$\Sigma\alpha$		$\Sigma\beta$		^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th
	тонкая фракция	грубая фракция	тонкая фракция	грубая фракция				
лесопарковая зона	∞	92	27	61	56	38	129	77
жилой массив	120	∞	84	63	103	62	130	65
промзона	80	∞	∞	79	102	92	106	43

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габлин В.А. Оптимизация подготовки проб грунтов, почв и донных отложений к измерениям радиационных параметров //Известия вузов. Геология и разведка, 2007, № 1. С. 45-50
2. Габлин В.А., Вербова Л.Ф., Соболев А.И., Парамонова Т.И. Состав почв как средство определения радиационного фона и элемент базы данных. Известия вузов, Геология и разведка, 2004, № 4. С. 61-67.
3. Крячюнас В.В. Естественная и техногенная радиоактивность почв Архангельской промышленной агломерации. Диссертация на соискание ученой степени к. г.-м. н. УрО РАН, Институт экологических проблем Севера. Архангельск, 2008. - 130 с.
4. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
5. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды / Под ред. И.А. Соболева, Е.Н. Беляева. М.: Медицина, 2002. 432 с.
6. Управление качеством минералогических работ. Подготовка проб к минералогическим анализам. Методические указания № 41. Научный совет по методам минералогических исследований. - М., 2000. - 31 с.

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ХИМИКО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

Н.А. Гаврилова, М.А. Гусакова, К.Г. Боголицын

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Современная целлюлозно-бумажная промышленность, реализуя задачи комплексного использования природных ресурсов, предусматривающих снижение техногенной нагрузки на окружающую среду, ведет поиск и разработку полуфабрикатов, способных заменить достаточно дорогостоящую целлюлозу в композиции некоторых видов бумаги и картона без ущерба качеству товарного продукта. На сегодня такой

альтернативой является производство химико-термомеханической массы (ХТММ) из щепы.

Популярность производства ХТММ по сравнению с другими волокнистыми материалами характеризуется рядом преимуществ, связанных с минимальным воздействием на окружающую среду, которое достигается за счет отсутствия газовых выбросов в атмосферу, уменьшения удельного расхода воды и сокращения применения химических реагентов [1]. Однако, несмотря на указанные достоинства, оно не лишено недостатков: объем промышленных стоков достаточно велик – более 20 м³/т, а сточная вода представляет определенную опасность для экологического равновесия [2].

В результате химико-термогидролитической обработки древесины при температуре свыше 100 °С в сточную воду попадают растворенные органические вещества, состоящие из продуктов распада гемицеллюлоз, частично лигнина и экстрактивных веществ древесины. Использование химических реагентов (сульфита и гидросульфит натрия) на стадиях пропитки и отбеливания массы, без дальнейшей их регенерации, обуславливает высокое содержание в стоке растворенных минеральных компонентов. В нерастворенном состоянии в сточных водах производства ХТММ присутствуют волокна механической массы, образующиеся в процессе механической обработки древесного сырья, а так же остатки непрореагировавших химических реагентов [1, 2, 3].

Таким образом, сточные воды производства ХТММ представляет сложную многокомпонентную коллоидную систему, содержащую группы как органических, так и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии.

Цель настоящей работы – это исследование качественного и количественного состава растворенных веществ сточных вод производства ХТММ, а так же выделение репрезентативных групп органических веществ и определение их вклада в общую загрязненность сточных вод.

Анализ особенностей технологических процессов получения химико-термомеханических масс показал что, взвешенные вещества сточных вод производства ХТММ представляют собой волокна целлюлозы, древесной массы, кусочки коры, ила и нерастворимые минеральные компоненты (непрореагировавшие химикаты). Среднее значение концентрации взвешенных веществ находится на уровне 19 кг/т.а.с.ц (таблица 1). Около 70-90% из данных веществ легко оседают, остальные носят коллоидный характер. Доля минеральных соединений во взвешенных веществах не велика - зольность составляет около 2 %.

Характеристика исследуемой сточной воды производства ХТММ

Показатель	Среднее значение
рН	6,2
ХПК, кг/т.а.с.ц	60,0
Взвешенные вещества, кг/т.а.с.ц	19,0
Зольность, %	1,9
БПК ₅ , кг/т.а.с.ц	10,0
Лигнин (фракция № 2), мг/л	117,5
Нейтральные вещества (фракция №3), мг/л	10,6
Нелетучие фенолы (фракция 4), мг/л	86,0
Экстрактивные вещества (фракция 5), мг/л	2,4

Вклад ион-молекулярного состава неорганических компонентов в общую загрязненность сточных вод определяется концентрацией присутствующих ионов. Согласно результатам определения содержания катионов и анионов в сточных водах производства ХТММ методом капиллярного электрофореза и ВЭЖХ, основными неорганическими компонентами сточных вод ХТММ являются серосодержащие соединения.

С использованием разработанной схемы фракционирования органических компонентов сточных вод ЦБП [5], были выделены репрезентативные группы органических веществ: летучие с паром вещества, лигнинные вещества, нейтральные вещества, нелетучих с паром фенолы, экстрактивные вещества (таблица 1).

Из перечня приоритетных нормируемых показателей для характеристики сточных вод целлюлозно-бумажного производства нами был выбран показатель химическое потребление кислорода (ХПК), который характеризует меру общей загрязненности воды. Согласно международному стандарту ISO и методик ПНД Ф, параметр ХПК соответствует количеству кислорода, равному количеству бихромата калия, который восстанавливается за счет окисления компонентов различной химической природы и агрегатного состояния, т.е. не только растворенных, но и взвешенных компонентов [3].

Уровень поступления загрязняющих веществ на станцию биологической очистки по показателю ХПК от производства ХТММ достигает в среднем 60 кг/т в.с.ц., в то время как норматив сброса загрязняющих веществ по ХПК со сточными водами производства ХТММ стран ЕС - 10-20 кг/т в.с.ц [5].

С целью определения вклада приоритетных компонентов-загрязнителей сточных вод производства ХТММ в общую загрязненность стока, взвешенные вещества удаляли методом фильтрования, а разделение неорганической и органической составляющих сточных вод проводили метод ионной хроматографии.

Наши исследования показали, что взвешенные вещества сточных вод производства ХТММ вносят наибольший вклад в значение показателя ХПК, который находится примерно на уровне 42-46 отн.% (рисунок 1). Вклад растворенных минеральных веществ достигает 40 отн.%, тогда как на растворенные органические вещества приходится 17-19 отн.% от общего значения ХПК.

Вклад фракций органических веществ: летучие с паром вещества, лигнинные вещества, нелетучие фенолы, нейтральные вещества, экстрактивные вещества, в общем значение ХПК определялся по калибровочным зависимостям: $ХПК = a \cdot C$, где C – концентрация индивидуальной фракции. Для этой цели из суммарных наработанных фракций готовились калибровочные растворы в диапазоне концентраций от минимальной до максимальной, представленной в исследуемой сточной воде. Далее проводилось определение параметра ХПК для каждого раствора и расчет калибровочных зависимостей. По вычисленным коэффициентам уравнений регрессии для каждой фракции веществ, определялось значение ХПК.

Результаты работы показали, что наибольший вклад в органическую составляющую баланса ХПК вносят фракции летучих компонентов и лигнинных веществ. Вклад в общее значение ХПК данных фракций для исследуемых стоков достигает 3,8 отн.% и 9,1 отн.% соответственно (рисунок 1).

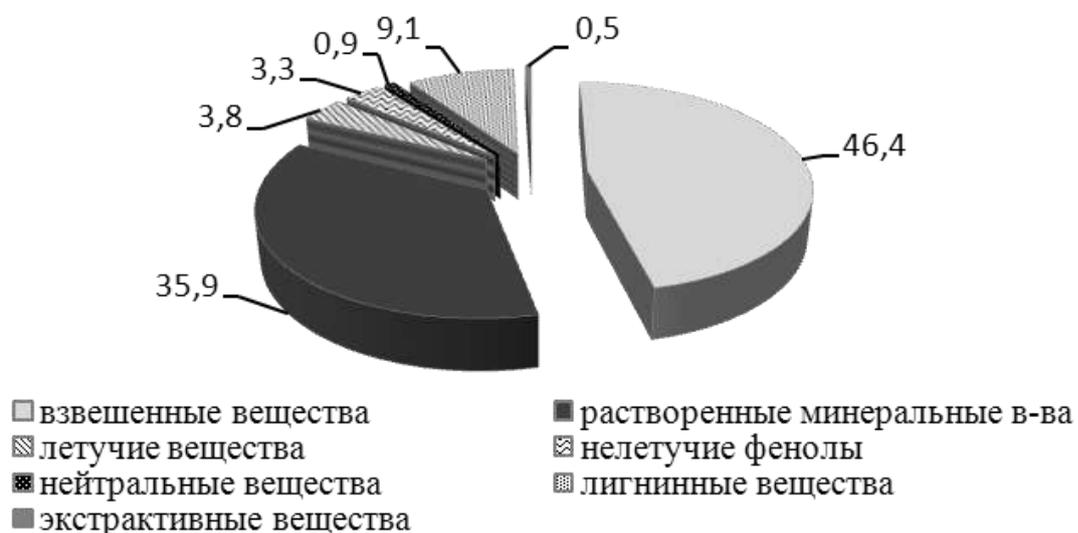


Рисунок 1. Материальный баланс параметра ХПК сточных вод производства ХТММ, отн.%

Таким образом, приведенные результаты исследований свидетельствуют о том, что загрязненность сточных вод производства ХТММ обусловлена высоким содержанием взвешенных органических веществ, представляющих собой остатки древесного волокна, и растворенных минеральных компонентов. Последние составляют 40% от общего ХПК сточных вод производства ХТММ и не подвергаются биологическому окислению,

проходя «транзитом» биологические системы очистки, и, следовательно, сбрасываются в водоем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьякова Е.В., Комаров В.И. Технология механической массы // Архангельск: Арханг.гос.тех.ун-тет, 2006. 203 с.
2. Манвелова Н.Е., Сергиенко Е.Г., Чениб И.Т. Химический состав и токсичность сточных вод химико-термомеханической массы // Журнал прикладной химии. 2003. № 5. С.795-799.
3. Боголицын К.Г., Соболева Т.В., Гусакова М.А., Почтовалова А.С., Личутина Т.Ф. Научные основы эколого-аналитического контроля промышленных сточных вод ЦБП // Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 168 с.
4. Почтовалова А.С., Боголицын К.Г. Аналитическая схема фракционирования органических компонентов сточных вод ЦБП // Лесной журнал. 2001. № 4. С. 98-107.
5. Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза, 2008/1/ЕС от 15 января 2008 г. «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений».

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОГО ГАММА-КАРОТАЖА КЕРНА

Д.В. Глушков

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск.

Спектрометрия гамма-излучения естественной радиоактивности (СГК – спектральный гамма-каротаж) в нефтяных и газовых скважинах все шире применяется при решении некоторых важных прикладных задач поисково-разведочной и промысловой геофизики. Установление литологической принадлежности различных по вещественному составу горных пород – одна из важнейших задач геологии нефти и газа, решаемая с помощью интерпретации спектрального гамма-каротажа, нацеленного на элементный анализ горных пород. Изучение закономерностей распределения естественно-радиоактивных элементов (ЕРЭ) (урана (U^{234} , U^{235} , U^{238}), тория (Th^{232}) с продуктами распада и изотопа калия (K^{40})) в осадочных горных породах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП) позволяет повысить эффективность использования СГК для литологического расчленения и корреляции геологических разрезов нефтяных и

газовых скважин нефтегазоносных областей (НГО) и входящих в них нефтегазоносных районов (НГР) данного региона.

В данной работе представлены результаты изучения закономерностей распределения ЕРЭ в горных породах нефтегазовых месторождений НГР НГО ТПНГП по данным SGK отобранного из скважин керна. SGK керна по 18 скважинам 15 нефтегазовых месторождений различных НГР НГО ТПНГП проводился на регистраторе гамма-излучения SPGL-300 производства Core Laboratories Instruments с иоднатриевым детектором. Из 6 НГО, входящих в состав ТПНГП, практически полностью была охвачена одна из наиболее богатых и перспективных на поиски месторождений углеводородов (УВ) Печоро-Колвинская НГО, частично были исследованы закономерности распределения ЕРЭ в Ижма-Печорской, Хорейверской и Варандей-Адзьвинской НГО. По другим НГО исследований по определению SGK керна не проводилось. Сопоставляя данные проведенных измерений SGK с литологическим описанием керна, были определены диапазоны изменений со средними значениями и характер распределения содержания калия, урана и тория в различных по строению и возрасту горных породах различных НГР НГО ТПНГП (табл. 1).

Таблица 1

Распределение естественно-радиоактивных элементов в горных породах нефтегазовых скважин Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции по данным SGK керна

НГО. НГР*	Пласт	Тип горной породы		Значения ЕРЭ			
				мин – макс <u>среднее</u>			
1	2	Основной	Включения, особенности	К, доли ед.	U, ppm	Th, ppm	Total, API
3	4	5	6	7	8		
3.3	D _{3jar}	Песчаник	редкие прослойки глинистого материала	0.0020- 0.0230 0.0082	0.11- 1.43 0.42	0.28- 21.96 4.59	1.12- 93.66 8.09
3.1	D _{2ef2}	Песчаник	алевритовый, алевритистый, глинистый с глинисто-карбонатным цементом	0.0035- 0.0315 0.0150	0.13- 3.51 0.79	0.50- 47.24 8.41	3.07- 128.65 17.03
3.3	T ₁ , P ₂						
3.5	D _{2st}						
5.2	D _{3f1}						
3.1	D _{3dzt} , D _{3ps} , D _{2st}	Песчаник	с прослоями аргиллитов, с примесью материала алевритовой размерности (до алевропесчаников) и глинистого материала	0.0037- 0.0435 0.0180	0.13- 3.43 0.97	0.45- 54.06 10.45	4.14- 110.62 28.66
3.3	D ₃						
3.5	P ₂ , P _{2uf+kz+} t, D _{2zv} , D _{2ef}						
2.6	D _{3src}	Песчаник	с комбинированным цементом, с глинистыми пятнами и прослоями алевролита	0.0093- 0.0357 0.0214	0.21- 1.97 0.81	1.53- 23.56 7.06	14.90- 97.76 53.92
5.2	D _{3f1}						

НГО. НГР*	Пласт	Тип горной породы		Значения ЕРЭ мин – макс <u>среднее</u>			
		Основной	Включения, особенности	К, доли ед.	U, ppm	Th, ppm	Total, API
3.1	D _{3ps} , D _{2ef2}	Алеврит	обогащенный глинистым материалом с прослоями аргиллитов	0.0071- 0.0500 0.0245	0.39- 4.40 1.48	1.32- 67.83 16.44	19.86- 136.60 72.68
3.3	D ₃ , D _{2st}						
3.4	D _{2st} , D _{2zv} , D _{2ef}						
5.2	D _{3f1}						
2.6	D _{3src}	Аргиллит	с примесью терригенного материала	0.0104- 0.0726 0.0374	0.48- 4.21 1.80	3.72- 62.22 22.52	41.51- 180.97 129.28
3.1	D _{3ps}						
3.5	D _{3dzt} , D _{2st} , D _{2af}						
3.5	P _{2uf+kz+} t	Аргиллит	с примесью терригенного материала, алевритистый	0.0119- 0.0400 0.0267	0.15- 1.31 0.62	3.30- 19.17 8.42	39.74- 97.98 66.68
2.6	D _{3src} , D _{3dm}	Известняк	слабоглинистый, в той или иной степени доломитизированный с прослоями известнякового песчаника, с примесью глинистого и терригенного материалов	0.0012- 0.0329 0.0086	0.11- 2.91 0.48	0.12- 19.27 4.11	0.61- 42.67 5.6
3.3	D ₃						
3.4	D _{3zd}						
3.5	C ₃ , C _{2m2} , D ₃						
4.1	D _{3fm}						
3.3	D ₃	Известняк	глинистый и доломитизированный	0.0025- 0.0401 0.0109	0.10- 10.91 0.88	0.11- 24.78 4.57	2.97- 134.95 28.88
3.4	C _{2m} , C _{2b} , C _{1s2} , C _{1s1} , D _{3el}						
3.5	C _{2m1} , C _{2b} , D ₃						
3.3	D ₃	Доломит	неравномерно кальцитизированный, известковистый	0.0025- 0.0147 0.0075	0.10- 0.89 0.40	0.44- 11.10 4.16	1.06- 11.65 3.94
3.4	D _{3zd}						
3.5	C _{2m2} , C _{2m1} , C _{2b}	Доломит	с примесью кремнистого материала	0.0046- 0.0144 0.0087	0.18- 1.46 0.53	0.43- 11.92 3.86	5.07- 36.47 14.56
3.4	C _{2b} , C _{1s2} , C _{1s1}	Доломит	с примесью глинистого материала	0.0011- 0.0195 0.0071	0.20- 13.41 1.12	0.31- 10.96 3.94	6.21- 167.90 29.12

Примечание: * 2.6 – Ижма-Печорская НГО, Тобышско-Нерицкий НГР; 3.1 – Печоро-Колвинская НГО, Кыртаельско-Печорогородский НГР; 3.3 – Шапкина-Юрьянский НГР; 3.4 - Лайско-Лодминский НГР; 3.5 – Харьяга-Усинскому НГР; 4.1 – Хорейверская НГО, Коллависовский НГР; 5.2 – Варандей-Адзвинская НГО, Верхнеадзвинский НГР.

Как видно из таблицы 1 по уровню концентрации ЕРЭ в осадочных породах ТПНГ можно определить тип отложений. Затруднение может вызвать разграничение относительно чистых песчаников от слабоглинистых известняков с прослоями известнякового песчаника, известковистых и кремнистых доломитов, так как содержание радиоактивных элементов в них практически одинаковое. Но относительно чистые песчаники встречаются достаточно редко, только в отложениях яранского горизонта верхнего девона (D_{3jar}) Шапкина-Юрьянского НГР Печоро-Колвинской НГО.

Разграничение пород по содержанию в них ЕРЭ обусловлено тем, что основной вклад в гамма-активность карбонатных пород (глинистых и доломитизированных известняков и особенно доломитов) даёт уран, вклад урана, тория и калия в радиоактивность песчаников примерно одинаков (рис. 1). При увеличении глинистости породы содержание тория и, следовательно, общая радиоактивность увеличивается.

Повышенное количество радиоактивных элементов содержится в глинистых разностях песчаников, а также в песчаниках с органическими примесями. Содержания U и Th, а, следовательно, и радиоактивность терригенных пород возрастают от песчаников к алевролитам и аргиллитам. Относительно высокая радиоактивность глин и глинистых сланцев объясняется повышенной сорбцией урана, тория и калия на глинистых частицах [1]. Содержание калия в глинах и глинистых породах достигает 7,26 %.

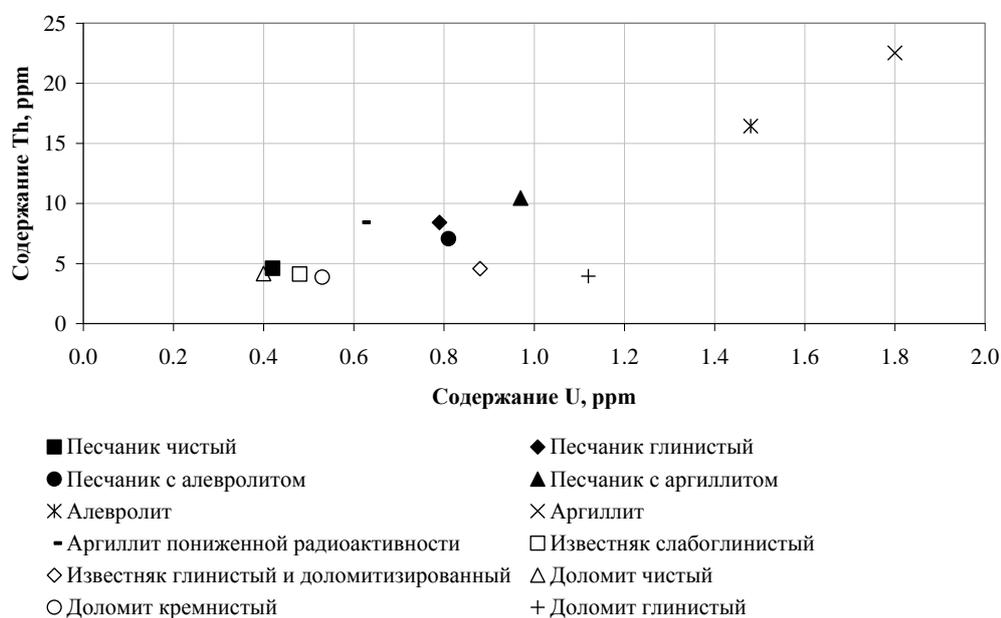


Рисунок 1. Разграничение горных пород по среднему содержанию U и Th разрезов нефтегазовых скважин ТПНГП по данным SGK керна

Средняя радиоактивность известняков и доломитов меньше радиоактивности глин и высоко глинистых пород (алевролитов, аргиллитов, а также песчаников с их прослоями). Чистые морские известняки и доломиты, как правило, слаборадиоактивные. Радиоактивность органогенных известняков определяется окислительными условиями среды, в которой образуются эти отложения (раковины и другие организмы живут в мелководных бассейнах, содержащих кислород). Окислительная среда не способствует осаждению урана. Глинистость повышает радиоактивность карбонатных пород. Радиоактивность карбонатных отложений связана также с их нерастворимым остатком, поскольку он содержит в основном глинистую фракцию [1, 2].

Результаты проведенных исследований позволят точнее интерпретировать данные СГК при литологическом расчленении и корреляции геологических разрезов нефтяных и газовых скважин ТПНГП. Информационная база по распределению ЕРЭ ТПНГП будет полезна также для оценки радиационных условий и литологии горных пород при проведении поисково-разведочных и нефтепромысловых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. М.: Недра, 2005. 368 с.
2. Кожевников Д.А. Гамма-спектрометрия в комплексе геофизических исследований нефтегазовых скважин. — Методическое пособие. М.: 1998. 42 с.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОСЛЕ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Ю.С. Глянцева, И.Н. Зуева, О.Н. Чаляя, С.Х. Лифшиц

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск

Донные отложения как один из основных компонентов гидроэкосистемы играют важную роль в ее функционировании, поскольку являются средой обитания для бентосных организмов, источником пищи для многих беспозвоночных и бентосоядных рыб. Также это среда, депонирующая загрязняющие вещества [1].

При попадании в воду нефть подвергается множеству физических, химических, биохимических и механических процессов, одним из которых является сорбция на взвешенных частицах и седиментация в донные отложения [2]. Контроль экологической ситуации на территории объектов нефтегазового комплекса на загрязнение нефтью и нефтепродуктами (НП) показал, что донные отложения являются наиболее информативными. Аккумулируя загрязнители, поступающие с водосбора, они служат индикатором экологического состояния этих территорий и своеобразным интегральным показателем уровня загрязнения. В мелководных водоемах с постоянным поступлением загрязняющих веществ основным аккумулятором нефтяных углеводородов (УВ) становятся донные отложения.

Донные отложения, адсорбируя нефтяные УВ, с одной стороны, ведут к уменьшению их содержания в воде, а с другой, являются вторичным источником

загрязнения воды [3]. В районах с постоянными нефтяными поступлениями донные отложения отличаются высоким содержанием УВ и вариабельностью концентраций.

Процессы трансформации нефтяных УВ в донных отложениях идут при дефиците кислорода и поэтому протекают крайне медленно. В климатических условиях Якутии, аккумулярованные донными отложениями НП могут длительное время оставаться источником загрязнения акваторий вследствие чрезвычайно медленно протекающих процессов биодegradации и деструкции НП. Учитывая, что на территориях объектов НГК Якутии случаются аварийные разливы и утечки нефти и НП, фактор нефтяного загрязнения оказывает существенное влияние на химизм всех гидрологических объектов республики. Большинство водных объектов на территории республики являются судоходными, можно предположить вероятность попадания нефти и НП в воду при транспортировке, а также с нефтепромыслов и с территорий нефтебаз, расположенных на берегах рек в результате разливов и утечек.

В работе представлены результаты пятилетних исследований нефтезагрязнения донных отложений озера Талое. Озеро было загрязнено в результате аварии на нефтепроводе «Талакан-Витим», которая произошла в мае 2006 г.

Аналитический комплекс исследований включал: экстракцию проб донных отложений с выделением хлороформенного битумоида (ХБ), изучение структурно-группового состава ХБ методом ИК-Фурье спектроскопии, изучение группового компонентного состава ХБ методом жидкостно-адсорбционной хроматографии и индивидуального состава насыщенных УВ хромато-масс-спектрометрией.

Спустя год после аварии содержание ХБ в донных отложениях составляло 30,53% и соответствовало высокому уровню загрязнения по классификации [2]. В 2008 году уровень нефтезагрязнения снизился до 14,84%, к 2011г. до 0,08% (табл. 1).

По данным ИК-Фурье спектроскопии структурно-групповой состав ХБ проб за 5 лет наблюдений изменяется в сторону увеличения кислородсодержащих групп и связей, на что указывает более интенсивное поглощение карбонильных, эфирных и гидроксильных соединений в спектрах ХБ проб 2010г. и 2011г. (рис. 1).

Таблица 1.

Состав хлороформенных экстрактов донных отложений

Параметры	Время отбора проб			
	2007 г.	2008 г.	2010 г.	2011 г.
Выход ХБ, %	30,53	14,84	3,25	0,08
Групповой состав ХБ, %:				
улеводороды	70,39	61,25	62,42	29,08
смолы	27,48	37,62	32,57	60,17
асфальтены	2,13	1,13	5,0	10,75
$\Sigma \text{н.к.} - \text{н}C_{20} / \Sigma \text{н}C_{21} - \text{к.к.}$	1,45	1,36	1,11	0,26

Параметры	Время отбора проб			
	нС _{15,16,17}	нС _{15,17}	нС _{17,19}	нС _{27,29,31} и нС ₁₇
Максимум н-алканов	1,08	1,20	1,11	3,50
Коэффициент нч/ч по всему ряду	0,52	0,84	4,14	0,28
Изопреноиды/н-алканы	1,06	1,92	8,55	1,40
iC ₁₉ /нС ₁₇	1,06	1,92	8,55	1,40
iC ₂₀ /нС ₁₈	1,98	3,96	39,93	2,79
iC ₁₉ +iC ₂₀ /нС ₁₇ +нС ₁₈	1,46	2,79	16,13	1,93

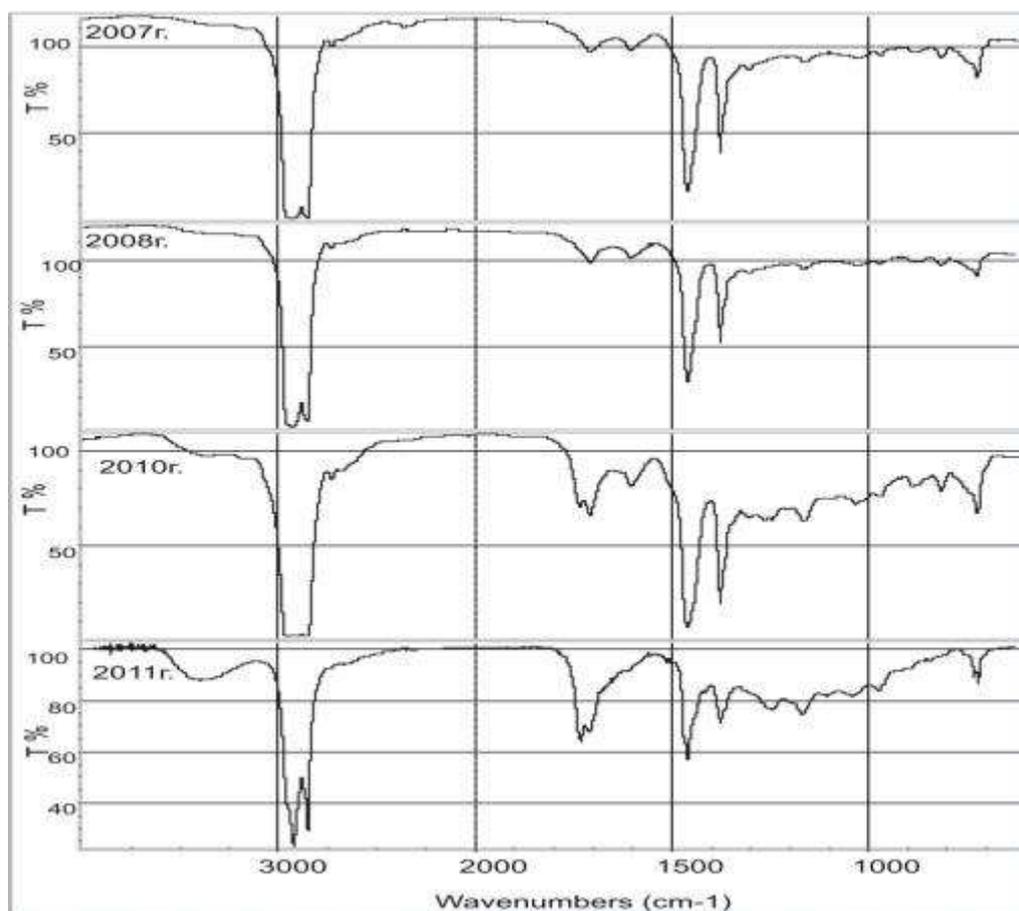


Рисунок 1. ИК-спектры ХБ проб донных отложений.

Групповой состав ХБ проб донных отложений со временем изменяется в сторону уменьшения углеводородных и увеличения асфальтово-смолистых компонентов (табл. 1). Следует учитывать, что со временем в процессе биodeградации нефти происходит накопление смолистых компонентов [3]. Поэтому данные по групповому составу ХБ не всегда показательны для обнаружения нефтезагрязнения.

Для более детальной характеристики нефтезагрязнения были использованы данные хромато-масс-спектрометрии по составу насыщенных УВ экстрактов донных отложений.

Динамика изменения индивидуального состава насыщенных УВ за время наблюдения до 2010г. выражается в уменьшении доли н-алканов, их относительно низкомолекулярных структур с максимумом в области нС₁₅₋₁₉, увеличении изопреноидных структур, повышении отношений пристана и фитана к нС₁₇ и нС₁₈ (табл. 1). Последние соотношения используются как показатели биodeградации нефтезагрязнения [4]. В 2011 г.

в составе насыщенных УВ ХБ пробы донных отложений преобладающую роль играют относительно высокомолекулярные n-алканы с максимумом распределения на nC_{27-29} , нечетные гомологи преобладают над четными, что свидетельствует о приближении состава этой пробы к составу проб, характерных для естественного геохимического фона. Наличие менее интенсивного максимума в области nC_{17} указывает на присутствие следов нефтезагрязнения.

В составе насыщенных УВ всех проанализированных проб обнаружены реликтовые структуры - 12-,13-метилалканы, являющиеся характерными биометками для нефти Талаканского месторождения. Таким образом, пробы донных отложений, отобранные в районе аварии на нефтепроводе, несут в своем составе четкие признаки техногенного загрязнения нефтью.

Результаты выполненных исследований методом хромато-масс-спектрометрии по наличию биомаркеров позволили установить присутствие следов нефтезагрязнения через 5 лет после аварии, несмотря на низкое содержание НП в пробе. Это свидетельствует об информативности этого метода при экологических исследованиях. Установлено, что в течение 5 лет после аварии происходит постепенная трансформация нефтезагрязнения, на что указывает снижение уровня загрязнения и изменения его химического состава.

В результате биогеохимических превращений даже в районе с постоянными нефтяными поступлениями тяжелые фракции нефти в толще донных осадков могут сохраняться годами. Поэтому для оценки загрязненности водных объектов данные по содержанию и составу УВ в донных осадках более информативны, чем результаты, полученные для их растворенных и диспергированных в воде форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова Л.В., Князева Н.С., Уварова В.И., Дзюбан А.Н., Косолапов Д.Б. Регламентация загрязняющих веществ в донных отложениях поверхностных вод как важный аспект экологического мониторинга // IV Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы симпозиума. – Томск, 2004. С. 73-74.
2. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И., и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М.: Недра, 2001. – 94 с.
3. Немировская И.А. Углеводороды в океане. - М.: Научный Мир, 2004. – 328 с.
4. Пиковский Ю.И., Каланчискова И.Г., Оглобина А.А., Оборин А.А. Экспериментальные исследования трансформации нефти в почвах // Миграция загрязняющих веществ в почвах в сопредельных средах. Л.: Гидрометеоиздат. 1985. С. 191-193.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП

М.А. Гусакова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Проблемы экологии, баланса климатических изменений во всем мире обсуждаются как вопросы устойчивости жизни человечества, которые в значительной степени определяют принципы развития экономики. Состояние воды, воздуха и почвы обуславливают качество и продолжительность нашей жизни. В Северо-Западном регионе России дикая природа на достаточно обширных территориях осталась в нетронутом состоянии, еще сохранились последние в Европе крупные массивы коренных таежных лесов. Именно такие леса играют важнейшую роль в регулировании климата, очищают воздух, охраняют истоки рек и озер. Специалисты признают первозданные леса необычайно ценными в мировом масштабе.

При этом, лесная отрасль – одна из ключевых в экономике региона. Здесь расположены крупнейшие предприятия химико-лесного комплекса. Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности используют природное возобновляемое сырье, продукция этой отрасли востребована в настоящем и будет востребована в ближайшем будущем. В повседневной жизни мы пишем, печатаем, читаем, используем картонную тароупаковку, повсеместно пользуемся санитарно-гигиеническими видами бумаг и т.д.

Считается, что чем крупнее отрасль, тем сильнее ее воздействие на окружающую среду. Целлюлозно-бумажная промышленность характеризуется применением на производстве опасных химических веществ, оказывающих вредное воздействие, как на персонал, так и на окружающую среду. Сброс загрязняющих веществ в водоемы и выброс дурнопахнущих газов в атмосферу до сих пор остается проблемой производства. ЦБП – это одна из крупнейших потребителей воды, а, следовательно, и наиболее существенный источник загрязнения водоема промышленными стоками, состав которых зависит от места их образования. По данным МПР России доля лесоперерабатывающего комплекса в загрязнении водных объектов составляет 7% (в сопоставлении: сельское хозяйство – 7%, химическая и нефтехимическая отрасли – по 6%, жилищно-коммунальное хозяйство – 62%).

Сама концепция технологии производства целлюлозы, основанная на технических возможностях начала второй половины XX века, в настоящее время является барьером

для дальнейшего улучшения охраны окружающей среды и сдерживает повышение эффективности производства. В настоящее время не существует экономически обоснованной технологии, позволяющей исключить выброс и сброс загрязняющих веществ в окружающую среду.

Как показывает европейский и мировой опыт, наиболее совершенным инструментом решения задачи сокращения негативного воздействия на окружающую среду и установлению баланса между потребностями промышленности и интересами граждан является выдача промышленным предприятиям комплексных разрешений на выбросы, сбросы и размещение отходов на основе технологического нормирования с использование наилучших доступных технологий (НДТ). К тому же вступление России в ВТО, по-видимому, заставит принять новые правила игры и на экологическом поле. Т. е., следует рассматривать необходимость перехода от экологического нормирования к технологическому нормированию.

Принципы создания экологически безопасного процесса достаточно просты: минимизировать сброс загрязняющих веществ в окружающую среду.

В последние несколько лет совершенствование отдельных звеньев технологических процессов на российских предприятиях ЦБП позволило перешагнуть проектные производительности потоков и обеспечить эффективность производства. Принимая во внимание положительный опыт зарубежных стран, можно сказать, что внедрение в производство целлюлозно-бумажной продукции НДТ позволит повысить не только конкурентоспособность наших предприятий на мировом рынке, но и сделать шаги к улучшению экологической ситуации в регионах действия предприятий.

Критерий качества воды – это признак или сумма признаков, на основании которых производится оценка или классификация исследуемых вод. В зависимости от вида целевого использования состояние воды нормируется по очень широкому спектру показателей. Многовариантность показателей, по которым производится оценка, наряду с невысокими точностными характеристиками многих стандартизованных методик, приводит к трудностям в получении оперативной, надежной и достаточной для принятия практических решений информации.

Эти недостатки исключаются при разработке системы экологического контроля и нормирования качества сточных вод на основе удельных нормативов сброса загрязняющих веществ по перечню обобщенных показателей. Обобщенный показатель качества воды – это определяемая непосредственным измерением количественная характеристика ее свойства, важного, для оценки качества и обусловленная совместным влиянием содержащихся в воде приоритетных групп компонентов – загрязнителей.

В странах с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью качество сточных вод контролируется по 4-6 обобщенным показателям. Показатель химическое потребление кислорода (ХПК) – важный экологический показатель целлюлозного производства, наиболее часто используемый для обобщенной характеристики сточных вод. Химическое потребление кислорода - мера общей загрязненности воды содержащимися в ней органическими и неорганическими веществами, реагирующими с сильным окислителем. На начало 21 века данный параметр был наименее востребован для оценки качества сточных вод и управления технологическим процессом на предприятиях ЦБП. В государственную статистическую форму отчетности показатель ХПК был включен только в 1999 г.

На одном из предприятий ЦБП начиная с 2003 г. ведутся работы по определению уровня сброса сточных вод и загрязняющих веществ по обобщенным приоритетным показателям качества сточных вод. На первом рисунке наглядно видно как реконструкции производственного потока влияют на количество образующихся сточных вод, сокращение сброса произошло примерно в 1,5 раза.

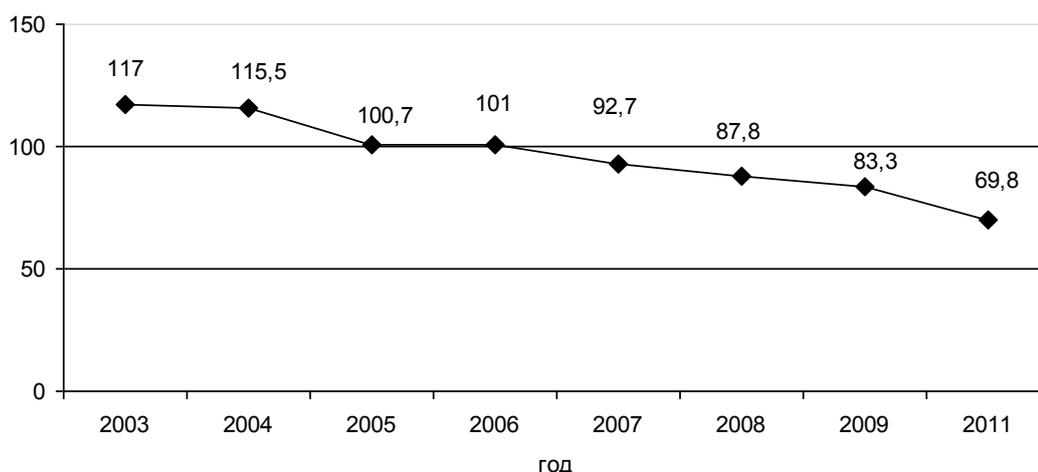


Рисунок 1. Динамика изменения объемов сбрасываемых производственных сточных вод, м³/т продукции

Отмечаем, что и поступление загрязняющих веществ по показателю ХПК на биологическую очистку с промышленными сточными водами заметно сокращается (линия 1 маркер треугольник на рисунке 2). Этот результат также обеспечен проводимыми реконструкциями и модернизацией технологии производства целлюлозно-бумажной продукции. Примерно в три раза снизилось (по сравнению с результатом 2007 г.) поступление загрязнений со стоками производства на БОПС.

Ожидать мгновенного отклика (линия 2 маркер квадрат на рисунке 2) в работе станции биологической очистки промышленных стоков на происходящие изменения

несколько преждевременно. Этот участок по своей сути «живой организм», которому надо адаптироваться к сокращению и объемов поступающих стоков и уровню их загрязнения.

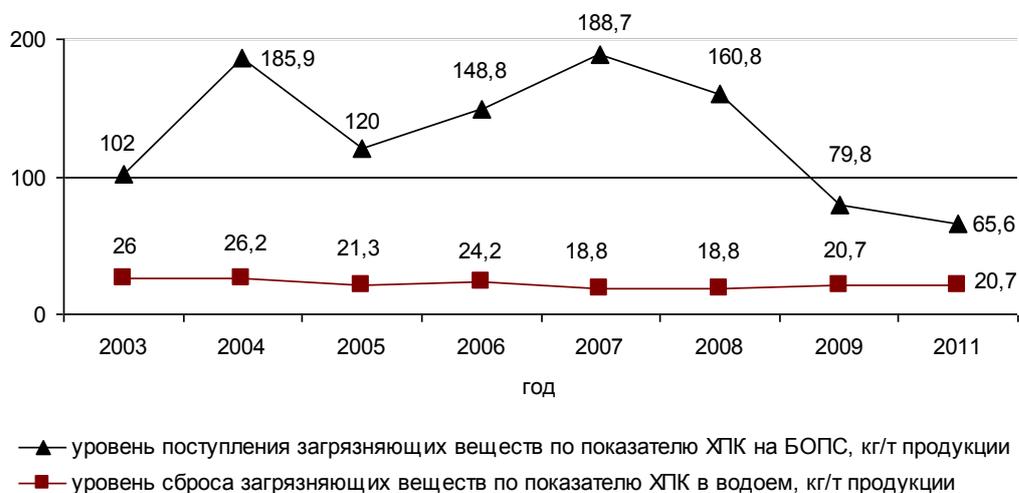


Рисунок 2. Динамика изменения поступления и сброса загрязняющих веществ по показателю ХПК с производственными сточными водами, кг/т продукции

Меняется экологическая ситуация и в отдельных производственных дивизионах. В блоке сульфатной целлюлозы достигнуто сокращение, как в объеме стоков, так и в уровне их загрязнения по ХПК. По сравнению с показателями 2004 г. к 2012 г. снижение произошло практически в три раза. Уровень достигнутых показателей соответствует нормативам, установленным для аналогичных производств стран Европейского Союза. Известно, что при производстве беленой сульфатной целлюлозы наиболее проблемными по водоемкости зонами являются участок отбелики целлюлозы и участок выпаривания черных щелоков. «Внимание технологов» к отбелике сульфатной целлюлозы позволило снизить объем сточных вод и их загрязнение за анализируемый период в два раза. Общий объем стоков выпарного участка с пуском новой выпарки сократился в пять раз, а загрязнения по показателю ХПК – в восемь раз. Свой «вклад» в улучшение экологической ситуации внесли и проведённые реконструкции на бумагоделательных машинах, где по уровню сброса сточных вод и загрязняющих веществ по показателю ХПК также достигнуты нормативы, установленные для ЦБП Европейских стран.

Представленный материал отражает часть проводимой работы по оценке техногенного влияния производства целлюлозно-бумажной продукции окружающую среду и показывает, что проведением модернизации технологии получения готового продукта можно значительно сокращать негативное влияние на окружающую среду.

ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ЕВРО-АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.

Р.А. Давыдов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В конце XIX – начале XX веков население севера Норвегии проявляло сильный интерес вопросам экологии (науки об отношениях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой) моря.

Известно, что в конце XIX в. китобойный промысел в Норвегии стремительно развивался, как и ориентированная на него перерабатывающая промышленность. Массовое истребление китов совпало с сокращением уловов рыбы в местах традиционных промыслов. Норвежские и отчасти русские рыбаки склонны были видеть в этом причинно-следственную связь, вызванную локальным нарушением пищевой (трофической) сети.

Доминировавшие в то время среди норвежских, равно как и российских рыбопромышленников Мурмана, взгляды на биологию рыб и морских млекопитающих коротко сводились к следующему. Киты, равно как треска и др. промышленная рыба, питаются мойвой и мелкой сельдью. Киты подгоняют мойвенные стада к берегу, на мелководье, и тем побуждают треску также держаться близ берега, что объективно приносит пользу для рыболовства. Китов преследуют касатки, присутствие которых в свою очередь заметно уменьшает численность тюленей, поедающих рыбу, что опять-таки приносит пользу для рыболовства. Истребление китов, по мнению рыбаков, запускало обратные процессы: у мойвы, мелкой сельди отпадала необходимость «спасаться» у берегов, количество трески здесь уменьшалось, в том числе и из-за увеличения численности тюленей.

Ученые тогда не могли убедительно ни подтвердить, ни опровергнуть эти убеждения. (Современные взгляды ученых на эти вопросы мы не здесь рассматриваем). И постепенно на севере Норвегии сформировались конфликтные отношения между представителями двух отраслей добывающей и перерабатывающей промышленности. Одна из первых отечественных публикаций на эту тему появилась в 1880 г. [1]. Своей кульминации эта борьба достигла в 1903 г., когда толпа норвежских рыбопромышленников – около 1500 человек – «в совершенно трезвом виде и

сознательно», уничтожила норвежский же китобойный завод в Мехамне (Mehamn), а местные власти вынуждены были прибегнуть к помощи войск [2].

Параллельно росту взаимного недовольства между норвежскими рыбаками и китобоями, в Норвегии стало расти недовольство похожего свойства, направленное уже против... российских властей.

26 мая (7 июня) 1893 года крейсер «Наездник» задержал на рейде у Йокангских островов сразу шесть норвежских яхт; впоследствии четверо шкиперов были признаны виновными в промысле тюленей в русских территориальных водах, каждый из них был оштрафован и лишился улова [3]. Тем самым Россия впервые после неудачных и безрезультатных попыток 1881 и 1882 гг. продемонстрировала соединенным королевствам Швеции и Норвегии и шире – всей Европе – свою решимость охранять свои территориальные воды в морях Северного Ледовитого океана и возможность осуществлять эту охрану. Впоследствии просьбы норвежских шкиперов о помиловании были удовлетворены, и они даже получили денежную компенсацию за конфискованную у них добычу. Тем не менее, норвежские публицисты все чаще стали высказывать возмущение теми препятствиями, которые стали чинить русские власти их соотечественникам на промыслах в т.н. «восточных льдах», после десятилетий фактического бездействия. И хотя эффективность охраны территориальных вод единственным на Белом и Баренцевом морях русским военным судном была сомнительной, норвежцами стали разрабатываться новые сценарии для обеспечения безопасного, легального присутствия и промысла в «восточных льдах». Вспомнили об экологии, о том, что тюлени едят рыбу.

В прессе развернулась кампания по устрашению населения голодом из-за русского тюленя (еще одна малоизвестная вариация на популярную в Скандинавии тему «русской угрозы»). В 1903 г. журнал «Русское судоходство» сделал обзор публикаций норвежской прессы о катастрофическом сокращении уловов трески, что связывалось исключительно с «нашествием русского тюленя», в миграции которого именно из Белого моря почему-то даже не принято было сомневаться. Норвежские публицисты, склонные к эпатажу, не стеснялись в выражениях: «Несметная неприятельская армия пересекла нашу северо-восточную границу и вторглась в Финмаркен, разоряя и опустошая нашу северную область!»; «Северной Норвегии грозит гибель!»; «Вся страна в опасности!»; «Правительство немедленно должно снарядить на север не только свои собственные военные суда с митральезами, но заручиться также и помощью других держав для совместного отражения хищнического нападения врага» и т.п.

На этом фоне норвежская сторона усилила начавшиеся несколькими годами ранее попытки узаконить промыслы тюленей в «восточных льдах», воздействуя в частности через консула королевств Швеции и Норвегии в Архангельске на губернатора А.П. Энгельгардта. Попытки эти упоминаются в донесениях и очерках сотрудников российского консульства в Финмаркене, оригиналы которых сохранились в Архиве внешней политики Российской империи (АВПРИ).

Логика норвежцев была следующей. Тюлени – это зло для рыбаков, независимо от подданства последних. Промысел тюленей, помимо того что выгоден сам по себе, еще и ограничивает численность тюленей, способствуя увеличению численности трески. Поэтому российские власти, препятствуя норвежцам промыслять тюленей у своих берегов, поступают недальновидно. Следует наоборот, как можно скорее разрешить этот промысел и содействовать ему. Российская казна сможет сэкономить (!) на том, что откажется от ежегодной отправки с Балтики на Север и обратно своего крейсера. Норвежские зверобои будут готовы совершенно бесплатно (!) истреблять вредного зверя вблизи русских берегов. Более того, они даже могут включить в состав команд некоторое количество русских, чтобы научить их рациональной организации промысла...

Российские власти, тем не менее, в этих заманчивых с норвежской точки зрения предложениях увидели лишь корыстный интерес иностранцев, истребивших «рациональными» приемами тюленей в местах своих промыслов и собирающимися легально сделать то же самое у берегов России. Разговоры на эту тему тогда так и остались безрезультатными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский С.И. Борьба в Норвегии между китоловами и рыболовами // Труды Санкт-Петербургского отделения императорского общества для содействия русскому торговому мореходству. 1880. С.38-46.
2. Давыдов Р.А. Народные волнения в Северной Норвегии, слухи о русской угрозе и... массовой измене норвежцев в пользу России (по донесениям русского консула О. Визеля лета 1903 г.) // Живущие на Севере. Вып. 1. Мурманск: МГГУ, 2010. С. 79-86.
3. Давыдов Р.А. Российский опыт определения границ территориальных вод и охраны морских ресурсов в Евро-Арктическом регионе (1860-е – начало 1910-х гг.). Архангельск: Поморский университет, 2009. 112 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНОЙ-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

М.В. Дробиз

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград

ВВЕДЕНИЕ

Центральная часть Восточно-Европейской платформы – регион для различных исследований значительно освоенный. Однако вопросам исследования геодинамических процессов северо-западной окраины на современном уровне развития не уделяется должного внимания – схемы, составленные в 1970-х гг., до сих пор переходят из одних изданий в другие. В то время как Балтийское море является едва ли не самым подробно изученным из внутренних морей в тектоническом отношении [1], современные результаты исследований довольно редки и никак не соотносятся с выводами, полученными другими способами.

В статье описываются литературные материалы исследования современных движений земной коры (СДЗК) окружающей Калининградскую область территории.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исторически сложилась ситуация, что Калининградская область была обойдена глубинными геофизическими исследованиями, и вопросы геодинамики здесь рассматривались лишь в масштабе всего юго-восточного побережья Балтики. Однако факт размещения на территории области ответственных промышленных объектов (Балтийской атомной станции) предъявляет справедливые требования к достоверным знаниям о глубинном строении района.

Наиболее показательным методом исследования глубинных структур является глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ). Профили ГСЗ крупных международных проектов буквально опоясывают Калининградскую область, однако так и останавливаются на ее границах - «Прибалтика» от Советска до Кохтла-Ярве, профили проектов EUROBRIDGE-95 и POLONAISE [2]. Другие профили ГСЗ расположены на расстоянии более тысячи километров – Швеция, Финляндия, Украина, Германия и др. В литературе также описываются случаи построения скоростных профилей земной коры через территорию области, однако данные для Калининграда получены путем грубой интерполяции между двумя точками – Рига и Прага [3].

Другой, пассивный способ получения данных о верхних слоях литосферы – «receiver function»-анализ записей телесеismicких событий широкополосной трехкомпонентной сейсмостанцией. По данной методике исследована ближайшая к эпицентру Калининградского землетрясения станция SUW (Сувалки, Польша) и 3 станции на южном побережье Балтики, однако переносить эти результаты на территорию Калининградской области недостаточно корректно.

В настоящее время проводятся работы по созданию модели земной коры с применением указанной методики для записей станции KLNR, которая размещалась в городах Пионерский и Ладушкин. Однако глубинное строение хоть и имеет важнейшее значение для понимания происходящих на поверхности процессов и оценки геоэкологических рисков, но, во-первых, исследования имеют стандартную для сейсмических изысканий точность в 10-15% (в нашем случае до нескольких км), а во-вторых, дают возможность оценить только статическое состояние среды. Таким образом, вопросы изучения глубинного строения могут только дополнять геодинамические исследования.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Геодезические измерения априори являются самыми точными для оценки смещений земной поверхности, в том числе и оценки СДЗК. Нивелирование I класса составляет суть метода оценки преимущественно вертикальных движений земной поверхности, по которой судят о движениях земной коры. Кроме того, представления о существующих современных тектонических движениях могут быть инструментально подтверждены в основном только геодезическими работами.

Основные материалы по данной тематике для северо-западной окраины Восточно-Европейской платформы были опубликованы в сборниках статей Международного геофизического проекта «Современные движения земной коры». Мещеряков Ю.А., Матцкова В.А., Лесис И.П. Рандярв Ю.Ю. и ряд других исследователей [4] интерпретировали данные высокоточного нивелирования довольно различно, представляя карты СДЗК с существенным различием в размещении изобаз. Тем не менее, по геодезическим измерениям становится очевидным плавный спад вертикальных движений с юго-востока области (Виштынецкая возвышенность, +1.5 мм/год) на северо-запад (до -1.0 мм/год).

В середине 2000-х гг. в связи со строительством Игналинской (Литва) и Балтийской (Калининградская область) АЭС были проведены работы [5] по перевычислению нивелировок I и II классов в рассматриваемом районе, проводившихся в

1950-1980 гг. (Балтийск – Калининград – Черняховск – Нестеров). Средние значения скоростей движений для Калининградской области не превысили 0.3 – 0.9 мм/год. На 2012-2014 гг. ЦНИИГАиКом запланировано проведение повторного высокоточного нивелирования в области.

Что касается горизонтальной составляющей движений земной коры, то здесь наиболее рациональной методикой являются наблюдения за перемещениями GPS-антенны стационарной станции. В Калининградской области таковых исследований не проводится, а ближайšie к области станции – LAMA (Ольштын, Польша), KLPD и VLNS (Клайпеда и Вильнюс, Литва). Смещения в юго-восточном направлении на клайпедской и ольштынской станциях характеризуются значениями в несколько см.

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Океанографическое нивелирование – особый тип получения данных о вертикальных движениях земной коры, связанный с наблюдениями за изменением уровня моря на стационарных постах. Длинные ряды наблюдений на различных метеостанциях Балтийского моря несут помимо климатической составляющей, компоненты, связанной с повышением уровня моря, и др. ценную информацию для исследователей геодинамики региона тектоническую составляющую.

Для Восточной Балтики океанографическое нивелирование выполнялось также в рамках программы «Современные движения земной коры». В исследованиях Победоносцева С.В. и Якубовского О.В., проведенных по сходным методикам, территория Юго-Восточной Балтики отнесена к площади опускания, для Калининградского участка приводятся значения в -1.0 мм/год. Впоследствии Рандярев Ю.Ю. согласовал эти данные с результатами высокоточного нивелирования [4].

С конца 1980-х гг. данные по уровенным постам перестают публиковать открыто, поэтому данные за прошедшие более 20 лет пока не проинтерпретированы на предмет неотектонических движений. Однако в распоряжении автора имеется архив данных Гидрографической службы Балтийского флота по 19 пунктам за 1989 – 2011 гг., который в настоящее время обрабатывается именно с целью получения значений по СДЗК в указанный период. Первая локальная задача с использованием этих данных – анализ хода уровня моря в течение года мощного землетрясения в Калининграде 21.09.2004 – представляется довольно интересным исследованием.

НАБЛЮДЕНИЯ В РАМКАХ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Геоэкологические риски в нашем регионе связаны в основном с ответственными производствами и возможным влиянием на них неблагоприятных и опасных явлений

природной среды. Исследованию геодинамических процессов, несмотря на существенные различия полученных результатов ведущих ученых, не уделяется должного внимания. Уточнение характера движений поверхности в Калининградской области, подробное достоверное районирование территории по этому показателю являются важными пунктами программы обеспечения сейсмобезопасности региона.

На настоящий момент в Калининградской области происходит строительство и эксплуатация особо ответственных промышленных объектов - нефтедобыча на шельфовом месторождении Кравцовское (Д-6) в 7 км от национального парка «Куршская коса»; Балтийская атомная электростанция, первый этап строительства которой будет завершен в 2016 г.; Калининградское подземное хранилище газа, размещенное в 30 км от областного центра. Все эти капитальные объекты очень серьезно связаны с современными тектоническими движениями, ведь даже незначительные негативные процессы в сочетании опасными геодинамическими условиями могут привести к многократному увеличению ущерба.

Таким образом, проведение повторного высокоточного нивелирования на территории Калининградской области и анализ тектонической составляющей в уровнемерных записях с конца 1980-х гг. по начало 2010-х гг. являются обязательными слагаемыми снижения геоэкологических рисков в бурно развивающейся в последние годы Калининградской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никонов А.А. Голоценовые и современные движения земной коры. М.: Наука, 1977. 240 с.
2. Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программе EUROPROBE. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2006, 736 с.
3. Проскуракова Т.А., Новотны О., Воронина Е.В. Изучение строения Земли методом поверхностных волн (Центральная Европа). М.: Изд-во «Наука», 1981. 94 с.
4. Современные движения земной коры №3. М.: Изд-во АН СССР, 1968. 256 с.
5. Энман С.В., Серебрякова Л.И. Особенности современных вертикальных движений земной поверхности района Игналинской АЭС и прилегающей территории// Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2004, №4, с.1-5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКАЧКИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ НА РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В.О. Дулов

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

Русское – газонефтяное месторождение расположено в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Для увеличения нефтеотдачи наиболее перспективным для Русского месторождения является заводнение горячей водой. При этом значительно снижается вязкость нефти и, таким образом, снижается отношение подвижностей, происходит выравнивание фронта воды и увеличение нефтеотдачи. Также при повышении температуры снижается остаточная нефтенасыщенность.

Основными задачами данной работы являются:

- 1) на основе исследований керна уточнить тепловые свойства, закладываемые в гидродинамическую модель;
- 2) с помощью гидродинамической модели залежи рассчитать варианты закачки для различных температур горячей воды и сеток скважин;
- 3) определить наиболее эффективный вариант разработки месторождения.

Для расчетов были использованы геологическая (ГМ) и гидродинамическая (ГДМ) модели Русского месторождения, созданные в Тюменском нефтяном научном центре (ТННЦ). Адаптация модели к истории разработки была осуществлена компанией Петролеум технолоджис (Петек). Для разработки ГДМ был использован программный комплекс CMG, а расчеты произведены на симуляторе CMGStars, который имеет значительные преимущества при моделировании тепловых процессов. Для расчетов был использован сектор, вырезанный из модели.

При моделировании тепловых методов увеличения нефтеотдачи правильное задание тепловых свойств модели (в первую очередь, теплопроводности и теплоемкости) играет решающую роль в точности и достоверности прогнозов, получаемых при расчете модели. В модели ТННЦ тепловые свойства породы и флюидов были заданы константой, то есть они не изменялись ни по объему пласта, ни с изменением температуры. Такой подход представляется некорректным и, как будет показано ниже, может вносить значительную ошибку в результаты расчетов.

Для изучения тепловых свойств породы компанией Шлюмберже были проведены исследования кернавого материала Русского месторождения. В ходе экспериментов были получены зависимости теплопроводности кварца и глины от температуры. Кварц и глина

– основные составляющие терригенных пород месторождения. При этом из всех минералов породы кварц имеет наибольшую теплопроводность, а глина - наименьшую.

Далее задача состояла в том, чтобы, во-первых, от теплопроводности отдельных минералов перейти к теплопроводности породы, во-вторых, правильно распространить их в объеме породы. Для решения этих задач были выделены три литотипа породы: песчаник, глинизированный песчаник и глина. Границами литотипов была отсечка по пористости: у песчаника принималась пористость выше 0,28, у глины – ниже 0,17, все остальное – глинизированный песчаник. Таким образом, на основе куба пористости методами препроцессора CMGBuilder в ГДМ был создан куб регионов тепловых свойств, содержащий три региона, которые соответствуют выделенным литотипам.

Соотношение кварца и глины в породе в первом приближении описывается коэффициентом глинистости. Для Русского месторождения для него существует эмпирическая функция зависимости от коэффициента пористости. Для каждого коэффициента пористости (с шагом в 1%) был найден коэффициент глинистости, а затем для каждого литотипа коэффициент глинистости был рассчитан как среднее, взвешенное по вероятности распределения коэффициента пористости. Таким образом, для песчаника коэффициент глинистости получился 0,103, для глинизированного песчаника – 0,426, для глин – 0,955. На основе этих значений коэффициента глинистости и зависимостей теплопроводности от температуры для кварца и глины были получены зависимости теплопроводности от температуры для литотипов, которые и были заложены в модель для соответствующих областей тепловых свойств.

Затем был произведен расчет модели с закачкой воды при температурах 20, 80, 150 и 200 градусов Цельсия с расстоянием между добывающей и нагнетательной скважинами 100, 150, 200, 250 и 300 метров. Расчеты были осуществлены для двух моделей: одна – с тепловыми свойствами по данным ТННЦ, другая – с рассчитанными нами для литотипов свойствами.

Модель с тепловыми свойствами ТННЦ является слишком оптимистичной и значительно завышает показатели добычи. При этом, чем выше температура воды и чем больше расстояние между скважинами, тем больше ошибка. Например, для варианта с температурой воды 200 градусов и сеткой 250 метров разница результатов расчетов моделей с разными тепловыми свойствами достигает 13%.

Так как расстояние между скважинами в разных вариантах расчета разное, то дренируемый добывающей скважиной объем пласта будет разный. В связи с этим для анализа результатов и определения оптимального варианта разработки лучше

использовать не абсолютный параметр - накопленная добыча нефти, а относительный - коэффициент нефтеотдачи, т.е. отношение накопленной добычи к геологическим запасам.

Анализ результатов моделирования, как и ожидалось, показал, что при увеличении температуры закачиваемой воды значительно увеличивается как текущая, так и конечная нефтеотдача. Например, для сетки скважин 100 метров для закачки воды с температурами 20, 80, 150 и 200 градусов конечная нефтеотдача составляет соответственно 0,2, 0,29, 0,37 и 0,43, то есть при увеличении температуры с 20 до 200 градусов нефтеотдача увеличивается более чем в 2 раза. Но, необходимо отметить, что для достижения такой нефтеотдачи требуется гораздо больше времени (срок разработки увеличивается примерно в 3 раза).

При увеличении сетки скважин происходит снижение текущей, но увеличение конечной нефтеотдачи. Например, при увеличении расстояния между скважинами от 100 до 200 метров конечная нефтеотдача увеличивается с 0,2 до 0,25, но и срок разработки увеличивается примерно в 3 раза.

Таким образом, при увеличении температуры закачиваемой воды, и при увеличении расстояния между скважинами происходит увеличение нефтеотдачи. Поэтому с технической точки зрения для получения наибольшей нефтеотдачи следует увеличивать оба эти параметра. Оптимальный же вариант разработки можно определить только после экономических расчетов.

При экономической оценке учитывались стоимость строительства скважины и инфраструктуры, затраты на эксплуатацию скважин и затраты на подогрев воды. Так, при закачке горячей воды увеличивается прибыль за счет добычи больших объемов нефти, но увеличиваются и затраты на эксплуатацию и подогрев воды. С увеличением расстояния между скважинами возрастает прибыль за счет увеличения накопленной добычи, снижаются капитальные затраты, так как требуется меньшее количество скважин, но увеличиваются эксплуатационные затраты из-за значительного роста периода разработки. После экономических расчетов с учетом всех вышеназванных факторов было выявлено, что оптимальным вариантом разработки является заводнение с температурой воды 80 градусов Цельсия и с расстоянием между скважинами 150 метров.

СЕЛЕН В КОМПОНЕНТАХ ЭКОСИСТЕМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Евдокимова¹, Е.Н. Сеницкая², Ю.А. Бахматова¹

¹Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск

²Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Селен (Se) - 34-й элемент в Периодической системе элементов Д.И.Менделеева, находится в 4 периоде, 6 А группе. Он образует соединения, в которых проявляет степень окисления -2 (селениды), +4 (селениты) и +6 (селенаты).

Кларк селена в земной коре составляет $5 \cdot 10^{-6}$ % [1]. Уровень содержания селена в основных тканях и биологических жидкостях организма человека незначительно превосходит это значение.

В середине 20 в. была установлена важность селена для человека и животных. Известно, что около 40 заболеваний человека связано с недостатком потребления данного элемента. Входя в состав антиоксидантных комплексов, селен участвует в защите организма от возникновения и развития кардиологических и онкологических заболеваний, метаболизме тиреоидных гормонов, репродукции, выведении тяжелых металлов из организма, способствует устойчивости к вирусным заболеваниям, поддержанию иммунитета.

Согласно современным данным, дефицит селена характерен для ряда стран, в том числе и некоторых регионов России. Это приводит к необходимости использования селена в питании здорового населения. Однако, обоснованный выбор пути решения проблемы селенодефицита для конкретного региона невозможен без предварительного изучения уровня содержания данного элемента в компонентах экосистем данной территории. Исследования содержания селена в биологических объектах на территории Архангельской области в течение нескольких лет проводятся в Лаборатории биогеохимических исследований Института естественных наук и биомедицины САФУ

флуориметрическим методом с использованием 2,3 - диаминафталина.

Концентрация селена в водах может являться индикатором содержания данного элемента в других компонентах экосистем. В природных водах концентрация селена чрезвычайно мала. Она колеблется от нескольких сотых до 3 мкг/л. Малые концентрации данного элемента обусловлены сильной адсорбцией его ионов глинистыми минералами и гидроксидами железа. Нами было определено содержание селена в 26 природных водных объектах и в питьевой воде. В таблице 1 представлены результаты исследования.

Таблица 1

Содержание селена в поверхностных водах и питьевой воде, мкг/л

Реки в черте города	Реки сельской местности	Озера	Белое море	Питьевая вода
3,48 – 10,12	0,83 – 1,92	0,67 – 1,80	3,83	0,55 – 0,95

Природные воды Архангельской области характеризуются низким содержанием селена. Рассчитанные коэффициенты концентрации находятся в пределах 0,067 – 0,383. Выявлены следующие закономерности распределения селена в водных объектах:

1) содержание селена в реках и озерах сельской местности довольно низкое и находится в одном интервале;

2) содержание селена в реке Северная Двина, находящейся в черте города, выше, чем в реках сельской местности. Данный факт объясняется антропогенной нагрузкой на реку.

3) в питьевой воде уровень селена ниже, чем в природной воде, что может быть связано с процессом подготовки ее к использованию.

В течение ряда лет проводилось исследование содержания селена в почвах и растениях, отобранных в 17 районах Архангельской области и в г. Архангельске (100 пробных площадей). Данные по содержанию селена в почвах и растениях приводятся в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Результаты анализа почвенных образцов

Почвенные образцы	Луговые почвы	Лесные почвы	Почвы г. Архангельска (селитебный и промышленный ландшафты)
Содержание селена, мг/кг	0,1174 – 0,2096	0,1044 – 0,2135	0,1021 – 0,2040

Коэффициент концентрации для лесных почв находится в пределах 0,0108 – 0,0199, для луговых почв: 0,0118 – 0,0204. Следовательно, содержание селена в них много ниже ПДК.

Выявлены некоторые факторы, влияющие на распределение селена в почвах:

1) гранулометрический состав почв: песчаные и супесчаные почвы содержат меньше селена, чем суглинистые и глинистые;

2) возрастание количества селена в вертикальном почвенном профиле, что говорит о высокой миграционной способности этого элемента;

3) данные корреляционного анализа указывают на зависимость содержания селена в почве от рН почвенного раствора ($r = 0,95$), содержанием в почве органического углерода ($r = 0,98$) и соединений железа ($r = 0,90$).

4) содержание селена в воде находится в прямой зависимости от содержания селена в почве, это объясняется тем, что основными источниками питания рек являются талые снежные воды, дождевые и грунтовые воды.

В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что почвы Архангельской области относятся либо к селенодефицитным (содержание селена менее 0,125 мг/кг) либо характеризуются маргинальной недостаточностью (0,125 – 0,175 мг/кг).

Таблица 3

Результаты анализа растительных образцов

Растительные образцы	Содержание селена, мг/кг
Архангельская область	
Мох Сфагнум	0,0228 – 0,0547
Черника (наземная часть)	0,0173 – 0,0478
Брусника (наземная часть)	0,0218 – 0,0454
Разнотравье (наземная часть)	0,0105 – 0, 0497
г. Архангельск (селитебный и промышленный ландшафты)	
Разнотравье (наземная часть)	0,0187 – 0,1337

Сравнивая полученные значения с литературными данными (0,010 мг/кг – 0,740 мг/кг) [2], можно сделать вывод, что содержание селена в исследуемых растительных образцах находится на очень низком уровне.

Выявлены следующие факторы, влияющие на содержание селена в растениях:

1) видовая принадлежность: содержание селена во мхах больше, чем в кустарничках (черника, брусника) и травянистой растительности, что связано с физиологическими особенностями растений;

2) рН почвенного раствора ($r = 0,89$);

3) содержание селена в почве ($r = 0,96$), поскольку почва является одним из главных источников данного элемента для растений.

Проведено исследование содержания селена в сыворотке крови 64 доноров.

Установлено, что уровень селена в сыворотке крови у жителей г. Архангельска имеет значимые различия по полу и возрасту (табл. 4).

Средне групповой уровень селена в крови у женщин, проживающих в Архангельской области, составил $57,13 \pm 5,13$ мкг/л, у мужчин несколько выше – $72,01 \pm 4,13$ мкг/л.

Содержание селена у женщин варьировалось от 43,72 до 78,32 мкг/л, у мужчин от 60,61 до 90,6 мкг/л.

Таблица 4

Частотное распределение уровня содержания селена в сыворотке крови населения Архангельской области

Группы населения	Среднее значение мкг/л	Уровни содержания селена в сыворотке крови				
		Менее 50 мкг/л	От 50 до 70 мкг/л	От 70 до 95 мкг/л	От 95 до 110 мкг/л	Более 110 мкг/л
		Тяжелый недостаток	Легкий недостаток	Субоптимальный уровень	Оптимальный уровень	Выше физиол. потребн.
Женщины						
до 30 лет	52,27	15,8 %	84,2 %	0	0	0
30 – 50 лет	52,62	28,6 %	71,4 %	0	0	0
старше 50 лет	70,72	0	50,0 %	50,0 %	0	0
Мужчины						
до 30 лет	75,03	0	18,2 %	81,8 %	0	0
30 – 50 лет	63,38	0	100,0 %	0	0	0

В целом, анализ индивидуальных показателей сывороточного селена выявил, что 17,9% женщин имеют тяжелую степень недостаточности селена и 71,8% имеют легкую степень недостаточности. Среди мужчин не выявлено тяжелой степени недостаточности и 43,8% имеют легкую недостаточность селена. Субоптимальный уровень установлен лишь у 10,3% женщин и 56,2% мужчин.

Таким образом, полученные данные позволяют отнести Архангельскую область к селенодефицитным регионам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков В.В. Биологическое значение селена // М.: Наука, 1974. – 300 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях // М.: Мир, 1989. – 439 с.

СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Б.В. Ермолин

Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск

В работе анализируется состояние и охрана торфяных месторождений Каргопольского и Няндомского районов.

В Каргопольском районе насчитывается 151 торфяное месторождение (ТМ) [2]. Площадь в нулевой границе месторождений 184 142 га, в границе промышленной глубины торфяной залежи - 139 878 га. Запасы торфа 40% влажности - 533 340 000 т. Наибольшую площадь занимают верховые ТМ [3]. Средняя глубина ТМ около 2,1 м. Наиболее крупные ТМ: переходное (П) и низинное (Н) Лунево (1 173 га), верховое (В), П и Н Большой Мох (2 464 га), В, П и Н Казенная дача (7 645 га), П Яблонька (1 430га), В Просторное (2 488 га), В Пало-Мох (1 231 га). В Боровское (3 276 га), Н Калитинское (1 386 га), Н Зуево (2 334 га), П Лапинское (3 985 га), В и Н Калистое (6 773 га), П и Н Кинемская Чисть (1 650га), В и Н Вересоватое (1 565 га), В Малошуйское (1 859га), В Шуйское (4 035га), В Еломинские Чисты (1 508 га), П Волошка (Лебедиха) (2 153 га), В и Н Нешпахта (5 821 га), Н Кинемское (2 111га), В и Н Подъгодница (2 265 га), П и Н Сосновец (1 796 га), В Средняя Чисть (1 867 га), В Сварское (1 372 га), П и Н Перепальское (1 574 га), Н Озерское (1 139 га), П Долгий Мох (2 708 га), В Беловское (3 435га), П Сизерично (2 564 га), П и Н Шурповское (3 428 га), В Большое (1 728 га), В Долгая Часть (32 136 га) , П Комский (2 105 га), В Слободское (1 741 га), Н Кремлевское (1 700 га), В Катитцкое (1 531 га), В Соколье (12 155 га), П Большая Чисть И (3 760га), В, П и Н Вандыш (Тимохино) (5 100 га). Максимальные глубины ТМ: 6,5 м (Лунево), 6 м (Иатнушко), 6,7 м (Перепальское, Долгая Чисть), 6,1 м (Соколье).Наибольшие запасы торфа сырца: 638 364 000 м³ (Долгая Чисть). 326 617 000 м³ (Соколье), 78 886 м³ (Вандыш). ТМ с голубикой, морошкой и клюквой В Шаблевское ;с голубикой и клюквой В, П и Н Большой Мох в поймах рек Пиньдеша и Сара; с морошкой и клюквой В Иженское на междуречье рек Лекшмы и Сиянги; с голубикой и морошкой П Ландручье; с морошкой и клюквой П Лапинское в истоке р. Ольги; В Малошуйское, В без названия на левобережье р. Соники, В и Н Нешпахта на междуречье рек Тихманьги и Ухты, П Матнушко на междуречье рек Пезмы и Тихманьги, В Жаровичное в истоке р. Малой Хосимы.

В Каргопольском районе охраняется 33 болота (86 298 га) [1]. Охраняемые болота: Большая Чисть II (3 760 га), Боровское (3 276 га), Верхнее (563 га), Долгая Чисть (32 136 га), Дорожное (101 га), Жаровичное (195 га), Иженское (647 га), Лунево (1 173 га), Кремлевицкое (1 700 га), Озерское (1 139 га), Кинемская Чисть (1 650 га), Малошуйское (1 859 га), Пало-Мох (1 231 га), Переходное (362 га), Саханское (579 га), Слободское (745 га), Соколье (12 155 га), Травяное (118 га), У Семи Верст (570 га), У Четырех Верст (897 га), Шуйское (4 035 га), Ягремское (891 га), Ягремское III (566 га) и др.

В охране нуждается 5 болот: В, П и Н Большой Мох (24 64 га), В Ландручье (3 013 га), П Лапинское (3 985 га), В Малошуйское (1 859 га), и П Матнушко (106 га).

В Няндомском районе Архангельской области насчитывается 22 торфяных месторождения [2]. Площадь в нулевой границе месторождений 42 925 га, в границе промышленной глубины торфяной залежи – 33 428 га. Запасы торфа 40% влажности – 152 551 000 т. В регионе наибольшую площадь занимают верховые ТМ. Средняя глубина месторождений около 3,4 м. Наиболее крупные верховые ТМ: Цикозерский Мох (общая площадь 7 221 га), Белозерский Мох (6 087 га), Полесское (Сергоозерское, включая ТМ Черное поле) (5 994 га), Веральский Мох (включая ТМ Великое) (5 736 га), Онечья Верхотина (Шалакушское) (4 994 га) и низинное Кимбинское (3 712 га). Максимальные глубины месторождений таковы: 6,9 м (Кимбинское), 6,7 м (Полесское), 6,2 м Веральский Мох), 5,8 м (Белозерский Мох), 5,4 м (Онечья Верхотина). Наибольшие запасы торфа - сырца: 197 075 000 м³ (Цикозерский Мох), 185 482 000 м³ (Полесское), 166 566 000 м³ (Онечья Верхотина), 105 229 000 м³ (Белозерский Мох). В районе охраняется 6 болот и 36 заболоченностей (47 367 га) [1]. Охраняются болота: Белозерский Мох (6 087 га), Веральский Мох (5 736 га), Онечья Верхотина (4 994 га), Полесское (5 994 га), Цикозерский Мох (7 221 га), Шуйское (4 035 га). Крупные заболоченности (№ по кадастру 4 823) 2 050 га, (№ 4 795) 1100 га, (№ 4 868) 1 800 га. ТМ с клюквой: Белозерский Мох, Кимбинское, Онечья Верхотина, Цикозерский Мох (7 221 га); с брусникой: верховое болото Янга у Моста (12 га); с голубикой, морошкой, клюквой: Полесское с зыбунами и топями; с брусникой и клюквой: низинное Окольное (76 га) [3]. В перспективе в охране нуждается верховая болотная система: Янга у Долгого Ручья (29 га) по правобережью р. Моши.

Торфяные месторождения Каргопольского и Няндомского районов нуждаются в комплексных физико-географических исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолин Б.В. Особо охраняемые природные территории и объекты Архангельской области. – Архангельск: Поморский государственный университет, 2002. – С.123.
2. Станковский А.Ф. Торфяные ресурсы// Поморская энциклопедия. Т II. Природа Архангельского Севера / Гл. ред. Н.М. Бызова. - Архангельск: Поморский государственный университет, 2007. – С.510.
3. Торфяной фонд Архангельской области. Архангельская область. – М., 1958. – С. 312 – 315.

МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.В. Ершов¹, Н.В. Лукина^{1,2}

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

²Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва

Почва является компонентом любого наземного биогеоценоза, проходит все этапы его развития, и в процессе техногенной дигрессии происходит трансформация ее свойств. Важной составляющей почвы является почвенная вода, заполняющая пространства между твердыми частицами. Вода своеобразное связующее звено в системе: организмы – почвы – порода – атмосфера. Обмен веществ осуществляется в основном через жидкую фазу – почвенный раствор, грунтовые и поверхностные воды (Ковда, 1985). В ней в растворенном виде содержатся питательные вещества почвы, так что по сути это уже не вода в чистом виде, а некий почвенный раствор, наиболее активная фаза почвы.

Для исследования почвенного раствора применяется лизиметрический метод (Derome, Lindroos, 1997). Лизиметр - это прибор или устройство, предназначенное для сбора и учета влаги (почвенного раствора), профильтровавшейся через слой почвы или почвенно-грунтовую толщу. Лизиметрическому методу присущи определенные недостатки (Шишов и др., 1998). Несмотря на недостатки, лизиметрический метод признан одним из наиболее информативных методов исследования состава и свойств почвенных вод (Шишов, 1998; Карпачевский, 1997). Особое значение имеет возможность использования указанного метода для многолетних мониторинговых исследований в условиях воздушного промышленного загрязнения.

В последние годы усиление внимания к исследованию состава почвенных вод бореальных лесов обусловлено необходимостью получения более полных сведений о биогеохимических циклах элементов. Важным аспектом изучения лесных экосистем

является также оценка степени влияния атмосферного загрязнения на состав и свойства почвенных вод Al-Fe-гумусовых подзолов северотаежных лесов.

В условиях распространяющегося на большие территории аэротехногенного загрязнения необходимым составляющим компонентом лесного мониторинга является химический мониторинг, то есть: а) мониторинг поступления элементов (макро- и микроэлементов) из атмосферы; б) мониторинг миграции и аккумуляции элементов в почве; в) мониторинг биологической миграции элементов – поглощения элементов лесными растениями (Gorbacheva et al., 2002). При атмосферном промышленном загрязнении состав почвенных растворов отражает происходящие изменения и дает возможность диагностировать их на ранних стадиях. Доступность растениям и почвенным организмам элементов – загрязнителей непосредственно связана с их содержанием и активностью в растворах (Tyler et al., 2000). Поэтому характеристики почвенных растворов используются в качестве диагностических критериев при анализе риска избыточного поступления загрязняющих веществ в почвы (Кислотные..., 1999).

На территории Кольского полуострова в начале 90-х годов ИППЭС КНЦ РАН создана и уже 20 лет успешно функционирует сеть биогеохимического мониторинга в зонах влияния медно-никелевого комбината «Североникель», оборудованная на уровне международных стандартов. Площадки постоянного наблюдения (ППН) находятся на различном удалении от источника загрязнения: 7 и 10 км - в зоне техногенного редколесья, 28, 31 и 100 км – в зонах с различной степенью дефолиации и более 250 км - фоновая территория (табл.1). ППН оборудованы лизиметрами и осадкоприемниками. Тип используемых лизиметров для изучения почвенных вод – гравитационный с ненарушенным почвенным монолитом.

Таблица 1

Мониторинговая сеть площадок ИППЭС КНЦ РАН

Номер ППН	Расстояние от комбината «Североникель», км	Тип сообщества	Кол-во лизиметров	Кол-во осадкоприемников
1-85	7	Елово-березовое вороничное редколесье		12
ICP 3s-07	7	Елово-березовое вороничное редколесье	12	23 - летние 8 - зимние
M1K7	10	Сосновое воронично-черничное редколесье	9	9
6-92	28	Ельник луговиково-воронично-брусничный	8	-
M1K5	31	Сосняк лишайниково-воронично-черничный	8	9

Номер ППН	Расстояние от комбината «Североникель», км	Тип сообщества	Кол-во лизиметров	Кол-во осадкоприемников
ICP 1s-06	31	Ельник кустаничково-зеленомошный	12	23 - летние 8 - зимние
ICP 2p-06	31	Сосняк лишайниково-кустарничковый	12	23 - летние 8 - зимние
12-94	100	Ельник воронично-чернично-зеленомошный	10	9
24-98	260	Ельник воронично-чернично-зеленомошный	7	9
25-02	260	Сосняк бруснично-лишайниковый	6	9

Основные преимущества таких лизиметров – простая конструкция (рис.1), простота эксплуатации и длительный срок службы, что имеет большое значение для исследовательского мониторинга. Лизиметры на мониторинговых площадках установлены на разной глубине почвенного профиля: 5, 20 и 40 см. Профильтрованная вода забирается из лизиметра специальным ручным насосом через нейлоновую трубку, выходящую на поверхность.

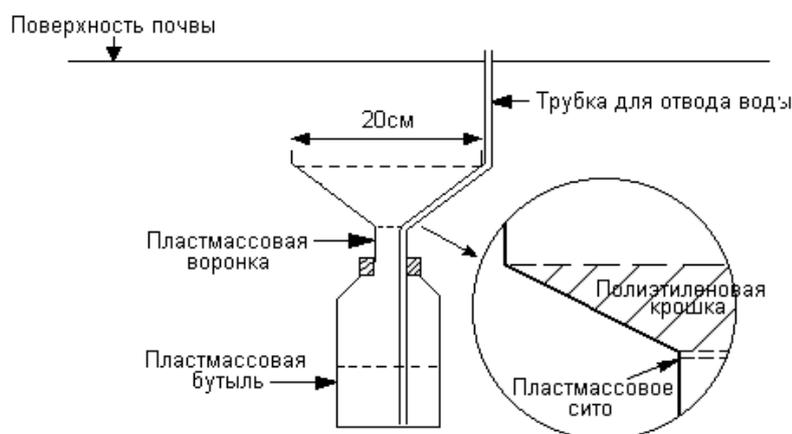


Рисунок 1. Устройство гравитационного лизиметра.

Почвенные воды на ППН отбираются в течение вегетационного периода (примерно 4 - 5 раз за сезон), по международной Программе мониторинга лесов ICP-Forests – ежемесячно. Химический состав почвенных вод характеризуется на основе сопоставления пяти периодов года: зимне-весеннего - между началом формирования снежного покрова и началом вегетации (октябрь-май); начала периода вегетации (июнь); середины периода вегетации (июль); конца периода вегетации (август); осеннего - между концом вегетации и началом формирования снежного покрова (сентябрь).

В лаборатории выполняется химический анализ компонентов в почвенных водах по постоянной схеме: рН, концентрации К, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Cu, Mn, Pb, Co, Cd, Sr, Cr, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Робщ, Собщ, Si. Металлы определяют методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии; сульфаты, нитраты и хлориды – методом ионообменной хроматографии; фосфор и аммоний – колориметрически, углерод - на основе перманганатной или бихроматной окисляемости. Вся информация по составу почвенных вод за 20-летний период хранится в банке данных лаборатории наземных экосистем ИППЭС КНЦ РАН.

Почвенные воды бореальных лесов характеризуются высокой концентрацией органических веществ, являющихся продуктами функционирования таежных биоценозов (Лукина и др., 2008). Состав почвенных вод бореальных лесов характеризуется значительной пространственной (внутрипрофильной, биогеоценотической и парцеллярной) изменчивостью, во многом обусловленной влиянием доминантов растительного покрова. В условиях воздушного промышленного загрязнения состав и кислотность почвенных вод значительно изменяются. Эти изменения обусловлены нарушением функционирования всех компонентов биогеоценоза. В фоновых условиях ведущую роль в формировании состава атмосферных выпадений и почвенных вод играет биогенный фактор (древесные растения). В формировании кислотности и состава атмосферных выпадений и почвенных вод в условиях воздушного промышленного загрязнения большое значение имеет не только аллогенный (поступление кислотообразующих веществ из атмосферы), но и аутогенный (биогенный) фактор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпачевский Л.О. Динамика свойств почвы // М.: ГЕОС. 1997. 170 с.
2. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова // М.: Наука, 1985. 263 с.
3. Кислотные осадки и лесные почвы / Под ред. Никонова В.В. и Г.Н. Копчик Апатиты, 1999. 320 с.
4. Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов // М.: Наука, 2008. 342 с.
5. Шишов Л.Л., Кауричев И. С., Балышаков В. А., Муромцев Н. А., Яшин И. М., Орлова Л. П. Лизиметры в почвенных исследованиях // М., 1998. 264 с.
6. Derome J., Lindroos A.-J. Comparison of soil water and percolation water quality // Technical Report, Finnish Forest Research Institute, 1997. 127 p.
7. Gorbacheva T.T., Lukina N. V. and Nikonov V. V. Modern methods of studying the composition and properties of water in Al-Fe-humus podzols of Northern Taiga Forests // Eurasian Soil Science. 2002. Supplementary Issue, 1, V.35, pp. S107-S115.
8. Tyler G., Balsberg Pahlsson A.-M., Bengtsson G., Baath E., Tranvic L. Heavy-metal ecology of terrestrial plants, microorganism and invertebrates // Environ. Sci. Technol. 2000. V. 34. P. 5115 – 5121.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ

В.А. Ефимов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Европейский Север России представляет собой огромную территорию, которая включает в себя целый ряд регионов: Архангельская, Вологодская, Мурманская области, республики Карелия и Коми. Разнообразие природных условий определяет высокое биоразнообразие этой территории. Степень изученности биоразнообразия в разных регионах различна. Более полно оно изучено в Карелии и менее - в Архангельской области. Наиболее полно проведена инвентаризация млекопитающих, птиц, рыб. Каждый из регионов имеет свой набор наиболее и наименее изученных таксонов. Общее представление о биоразнообразии регионов можно получить из Красных книг [1, 2, 3, 4, 5].

Следует отметить, что в Красных книгах отмечены только известные виды, их число по некоторым таксонам намного меньше от общего в природе. Так в Мурманской области общее количество известных видов составляет более 4430, в природе же существует (по мнению учёных) около 20-25 тысяч видов [3].

Число видов, популяции которых находятся под угрозой исчезновения или имеют тенденцию к этому (краснокнижные виды), а также требующие особого внимания и охраны (виды из бионадзора) достаточно велико (табл.1).

Изменения, происходящие в биоразнообразии, связаны с эволюционными процессами, природными и антропогенными факторами. Для разных таксономических групп биоразнообразия влияние этих факторов различно.

Грибы. Большинство макромицетов связано с лесными экосистемами. Они обеспечивают растения почвенными элементами минерального питания и водой, а также регулируют обмен веществ между фитоценозом и почвой. Например, сапротрофные грибы разлагают мёртвое органическое вещество и формируют гумусовый горизонт лесных почв. Древоразрушающие грибы выполняют регуляторную функцию в формировании лесных сообществ и являются индикатором их состояния. Основным условием поддержания и сохранения популяций грибов является сохранение многообразия экосистем, где есть разнообразные субстраты, включая все формы валежа и опада древостоев, необходимые для жизнеобеспечения грибов.

Биоразнообразие Европейского Севера России (известные виды)[1, 2, 3, 4, 5]*

Таксономическая группа	Архангельская область			Вологодская область			Мурманская область			Республика Карелия			Республика Коми		
	Число видов	Охраняется		Число видов	Охраняется		Число видов	Охраняется		Число видов	Охраняется		Число видов	Охраняется	
		Красная книга/бионадзор	Всего		Красная книга/бионадзор	Всего		Красная книга/бионадзор	Всего		Красная книга/бионадзор	Всего		Красная книга/бионадзор	Всего
Грибы	290	5/12	17				-	7/-	7	1347	60/-	60	800	42/7	49
Мохообразные	280	46/-	46				642	112/65	177	651	141/11	152	600	71/60	131
Лишайники	500	10/1	11				1000	43/24	67	1000	108/-	108	1000	82/16	98
Сосудистые растения	1100	90/75	165				1200	176/69	245	1600	199/101	300	1158	236/27	263
Моллюски	-	1/-	1	100	2/-	2	-	1/-	1	-	2/-	2	100	3/55	58
Насекомые		3/10	13	1500	56/47	103	1000	7/3	10	-	272/-	272	4000	48/36	84
Ракообразные	-	-	-	240	2/6	8	-			100	2/-	2	1	1/-	1
Рыбы	46	4/9	13	59	11/28	39	20	2/5	7	57	17/-	17	44	6/3	9
Земноводные	6	1/1	2	9	4/1	5	3	1/1	2	5	1/-	1	6	2/-	2
Пресмыкающиеся	5	3/-	3	6	2/2	4	2	1/1	2	5	2/-	2	-	-/3	3
Птицы	316	22/8	30	264	61/35	96	282	35/9	44	291	51/79	130	250	33/3	36
Млекопитающие	57	5/5	10	60	14/12	26	39	5/9	14	60	23/3	26	60	5/2	7
ВСЕГО:		190/121	311		152/131	283		390/186	576		878/194	1072		529/212	741
Примечание: * в списки не включены морские виды.															

Лишайники чувствительны к загрязнению атмосферы, их используют в качестве ранних индикаторов загрязнения воздушной среды. Лишайники устойчивы к неблагоприятным факторам, за исключением антропогенного. В результате рубок лесов, разработки месторождений полезных ископаемых, воздействия транспортных средств и др. нарушаются и уничтожаются местообитания многих видов лишайников. Большинство краснокнижных видов лишайников – обитатели различных типов таёжных лесов. Главным условием сохранения лишайников является сохранение их естественных местообитаний. На таёжном Севере это, прежде всего, коренные старовозрастные леса, имеющие достаточно большие площади.

Сосудистые растения наиболее изученная и достаточно большая группа биоразнообразия. Целый ряд краснокнижных видов этой группы оказались редкими потому, что в северном регионе находятся на краю своего ареала. Видовой состав этой группы динамичен в результате воздействия природных и антропогенных факторов. Роль антропогенного фактора не однозначна: с одной стороны негативное воздействие на некоторые редкие и аборигенные виды, с другой стороны способствует обогащению флоры за счёт заносных видов растений, появляющихся в результате хозяйственной деятельности человека (вдоль транспортных магистралей, дорог, на вырубках). Так, в пределах лесной зоны республики Коми отмечается 170 видов заносных трав, среди которых есть и опасные карантинные сорняки [5].

Насекомые многочисленная, но малоизученная группа. Насекомые играют роль индикаторов, сигнализирующих о начале процесса деградации экосистем, ведущего к их разрушению. Единственный путь сохранения насекомых заключается в сохранении их среды обитания. В таёжной зоне – это наличие лесов разного породного состава, возрастной структуры и санитарного состояния. Большую часть списка насекомых, включённых в Красные книги, составляют виды, обитающие в старых лесах. Для их развития необходима мёртвая древесина и растущие на ней дереворазрушающие грибы. Ряд видов насекомых являются узкоспециализированными в отношении питания (гусеницы аполлона выкармливаются только на очитке, мнемозины – на хохлатке, а комара-плоскоуски – только на одном виде грибов-трутовиков). Поэтому естественно, что эти виды в своём распространении тесно связаны с ареалом своих кормовых растений или грибов, которые реагируют на антропогенное воздействие.

Рыбы немногочисленная группа обитателей водной среды. В водоёмах отмечаются значительные качественные и количественные изменения в различных систематических группах водных животных под влиянием человеческой деятельности. Изменения рыбного населения связаны с процессами антропогенного эвтрофирования, токсификации и

закисления. Усиление этих процессов особенно опасно для географически молодых и уязвимых водных экосистем севера Европы с их низкой способностью к самовосстановлению [2]. Лимитирующими абиотическими факторами для популяций рыб служат дефицит кислорода, высокая температура, малая глубина и отсутствие подходящих нерестилищ.

Птицы. Изменения климатических условий, а также экосистем и биотопов в результате хозяйственной деятельности являются причиной постоянных изменений в составе фауны птиц, её структуры, соотношении видов и численности, вытеснению одних или появлению новых видов. Наибольшее влияние на птиц в таёжной зоне оказывают промышленные рубки лесов. Под воздействием этих факторов к началу XXI века более 10% всех видов птиц в Архангельской области стали или становятся редкими, численность их низка или снижается, ареалы сокращаются [1].

Млекопитающие сравнительно небольшая группа (известно не более 60 видов), которая лучше изучена в Карелии. Резкое сокращение численности и ареала отмечается почти у половины общего списка известных здесь млекопитающих [4].

Исчезновение или устойчивое резкое сокращение численности вида является признаком начала разрушения естественных экосистем. В общей форме отрицательное воздействие на природу может быть охарактеризовано как упрощение структуры биоценозов, обеднение видового состава. Этот негативный процесс затрагивает в первую очередь малочисленные или локально распространённые виды. Кроме того, экосистемы с упрощённой структурой, что само по себе характерно для северных территорий, переходят в разряд повышено уязвимых, с ослабленной сопротивляемостью неблагоприятным внешним воздействиям [6].

Для сохранения и поддержания популяций биоты Европейского Севера России необходимо проведение масштабных исследований по инвентаризации биоразнообразия, налаживание и ведение полноценного мониторинга, сохранение всех типов экосистем и особенно малонарушенных старовозрастных лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Архангельской области. Архангельск: «Партнер НП», 2008. 351с.
2. Красная книга Вологодской области. Том 3. Животные. Вологда. 2010. 216 с.
3. Красная книга Мурманской области. Мурманск: «Мурманское кн.изд.», 2003. 393с.
4. Красная книга республики Карелия. Петрозаводск: «Карелия», 2007. 364с.
5. Красная книга республики Коми. Сыктывкар: «Коми респ. тип.», 2009. 791с.
6. Josephson I. // Why maintain biological diversity? // Environ. Soi. And Technol. 1982. Vol.16, № 2. P. 94-97.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Ефимов, А.Н. Давыдов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В 1997-2009 гг. в рамках международного сотрудничества стран Баренцева-Евро-Арктического региона по сохранению биоразнообразия, старовозрастных лесов и совершенствования системы *особо охраняемых природных территорий* (ООПТ) в Архангельской области было проведено 6 международных экологических экспедиций в малоизученные, труднодоступные наиболее крупные массивы старовозрастных лесов. Цель экспедиций: экспертная оценка состояния природных комплексов, старовозрастных лесов, биологического разнообразия, культурного наследия, рекреационного потенциала, хозяйственного и социального состояния территорий и разработка рекомендаций по их сохранению и развитию [1, 2].

Экспедиция «Онежское Поморье - 1997» в Онежском и Приморском районах. Участниками экспедиции было рекомендовано на Онежском полуострове создание национального парка «Онежское Поморье». При этом поддержку, в том числе и финансовую, при создании и функционировании парка готова была оказать Финляндия.

Экспедиция «Беломорско-Кулойское плато - 1998» в Приморском и Мезенском районах. В рекомендациях экспедиции было предложено создание национального парка на территории Беломорско-Кулойского плато. Поддержку при создании и функционировании парка готова была оказать Швеция.

Экспедиция «Кожозеро - 1999» в Онежском районе. В рекомендациях экспедиции было предложено преобразовать Кожозерский ландшафтный заказник в природный парк. Поддержку при создании и функционировании этого парка готовы были оказать Финляндия, Швеция и Норвегия.

Экспедиция «Юла - 2001» в Пинежском и Виноградовском районах (междуречье Северной Двины и Пинеги). Участниками экспедиции было рекомендовано создать ландшафтный заказник и на его базе организовать международный полевой стационар по изучению старовозрастных лесов.

Экспедиция «Мезенская Пижма - 2002» в Лешуконском районе. Рекомендовано для сохранения природных ценностей и социального развития сопредельных населённых территорий создать национальный парк, или (если это сделать невозможно), создать

ландшафтный заказник. Поддержку при создании и функционировании ООПТ готовы были оказать Норвегия и Финляндия.

Экспедиция «Пёза - 2009» в Мезенском районе. Рекомендовано для сохранения природных ценностей создать ООПТ. Поддержку в создании ООПТ готовы были оказать Финляндия, Швеция, Норвегия.

Особо следует отметить, что массивы лесов на территориях пройденных экспедициями, являются одним из основных средообразующих факторов, оказывающих влияние на формирование климата Европейского Севера. Их сохранение является важной государственной экологической задачей. Кроме того все эти лесные массивы, природные комплексы и др. не повторяя, а дополняя друг друга представляют разнообразие и полноту природного наследия, что также очень важно при формировании системы ООПТ области.

Какова же практическая реализация рекомендаций международных экологических экспедиций?

Национальный парк «Онежское Поморье». Преодолев разного рода разногласия в конце 1990-х гг. идея создания парка была воспринята администрацией Архангельской области и природоохранными органами. В результате -создание этого парка было запланировано Программой развития федеральных ООПТ на период 2005-2010гг. При финансовой поддержке Финляндии было подготовлено экологическое обоснование создания парка, которое прошло государственную экологическую экспертизу. Однако, из-за непостоянной политики администрации области в отношении этого парка, он до сих пор так и не создан, а перспективы его создания неопределенны.

Беломорско-Кулойское плато. Первоначально со стороны администрации и природоохранных органов области некоторый интерес к рекомендациям экспедиции был проявлен. Провинция Вестерботтен (Швеция) выделила денежные средства на проведение инвентаризации биологического разнообразия и природных комплексов на территории плато. Норвегия принимала активное участие в создании экологического центра в деревне Сояна. Была попытка привлечения Гипролеса на разработку проекта будущего парка. После 2004 года работы по созданию парка прекратились. Средства, выделенные Швецией для разработки проекта парка, оказались неиспользованными. В настоящее время на территории плато имеются две ООПТ: Беломорский ландшафтный и Соянский биологический заказники. В Беломорском заказнике активно ведётся рубка лесов, территория Соянского заказника, в связи с разработкой месторождений алмазов, сокращается, экологическая значимость территории теряется. Планов развития этих ООПТ нет.

Кожозерский ландшафтный заказник. По рекомендациям экспедиции ландшафтный заказник был преобразован в природный парк, но в этом статусе просуществовал не долго, вернувшись к первоначальному положению. На денежные средства Финляндии была проведена инвентаризация биоразнообразия и природных комплексов с публикацией материалов в монографии «Природа и историко-культурное наследие Кожозерья» (2006). В дальнейшем планировались работы по разработке проекта развития заказника. Однако интерес со стороны администрации и природоохранных органов области к заказнику, был утрачен, и все работы прекратились. В настоящее время этот заказник функционирует просто как одна из региональных ООПТ области и есть опасения в том, что в любое время он может быть выведен из состава ООПТ и стать лесосырьевой базой для лесопромышленников.

Бассейн реки Юла (междуречье Северной Двины и Пинеги). Ни один из пунктов рекомендаций международной экологической экспедиции не был выполнен. Более того лесные массивы стали активно передаваться в аренду лесозаготовительным компаниям. В настоящее время все леса междуречья, за исключением одного небольшого участка, находятся в аренде. Общественные природоохранные организации (Гриинпис и WWF) пытаются договориться с лесопромышленными компаниями на мораторий рубок леса в междуречье с перспективой дальнейшей передачи лесных массивов под ООПТ. Однако на успех таких мероприятий рассчитывать сложно.

Бассейн реки Мезенская Пижма. Рекомендации экспедиции не выполнены. В 2004 году нами разработано экологическое обоснование по созданию национального парка «Тиманский» и ландшафтного заказника. Сохранение данной территории очень важно для сохранения популяции лесного северного оленя. Проект был направлен в комитет экологии области, однако, лесные массивы активно передают в аренду лесозаготовителям.

Верховья реки Пёза. Рекомендации экспедиции выполнены частично. Для подготовки экологического обоснования по созданию здесь ООПТ необходимо провести инвентаризацию природных комплексов, биоразнообразия и определить границы ООПТ. В связи с труднодоступностью территории проводить эти работы сложно. При финансовой поддержке Финляндии удалось провести исследования в среднем течении реки Сулы и в верховьях реки Блудной. Наиболее подходящим для этой ООПТ будет статус ландшафтного заказника.

Подводя итог практической реализации рекомендаций международных экологических экспедиций, следует отметить, что в подавляющем большинстве они остались не выполненными. Это явилось основной причиной свёртывания международного сотрудничества в Архангельской области. Швеция, затем Норвегия и

постепенно Финляндия сократили и даже прекратили своё участие в поддержке проектов, направленных на поддержание и сохранение окружающей среды области, совершенствование системы ООПТ, сохранение природных и культурных ценностей. *Для Архангельской области прошедший период времени можно назвать периодом упущенных возможностей.*

Решение проблемы сохранения и поддержания окружающей среды, природного и культурного наследия тесно связано с практической реализацией рекомендаций проведенных международных экологических экспедиций, что является основой создания эффективной системы ООПТ области и сопряжённости региональных систем ООПТ Северо-запада России [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поморская энциклопедия: в 5 т. // под ред. академика Н.П. Лаверова. Том II Природа Архангельского Севера / гл. ред. Н.М. Бызова; редкол.: Н.И. Асоскова, Е.Г. Аушева, Н.А. Бабич [и др.]; Поморский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Ломоносовский фонд. - Архангельск 2007. С. 73, 237, 317, 371, 568.
2. Давыдов А.Н. Культурное наследие на пяти территориях старовозрастных лесов, посещенных международными экологическими экспедициями (Онежский полуостров, Беломорско-Кулойское плато, Кожозеро, бассейны рек Юла и Мезенская Пижма) // Старовозрастные леса в Архангельской области – перспективы сохранения. Международный семинар [Материалы]. – Directorate for Nature Management, Norsk polarinstitut, Svanhovd miliosenter, ИЭПС УрО РАН, Главное управление природных ресурсов по Архангельской области. – Архангельск, 2003. С. 19-22.
3. Ефимов В.А. Проблемы создания системы особо охраняемых природных территорий в Архангельской области // Северные территории России: проблемы и перспективы развития: Материалы всерос. конф. с международным участием 23-26 июня 2008 г. Архангельск. Институт экологических проблем Севера УрО РАН. 2008. С. 453-457. (электронный ресурс). Электронные, текстовые, графические данные. – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2008. – 1 электрон. опт. Диск (CD-ROM): цв. – загл. с экрана.

МЕДЬ, ЦИНК, НИКЕЛЬ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О.П. Ефремова, Е.Н. Наквасина

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

Состояние почв в определенной мере зависит от техногенных нагрузок на территорию, и для успешного ведения сельскохозяйственного производства в условиях возрастающего техногенного загрязнения необходимо иметь достоверную информацию о фактическом уровне загрязнения почвенного покрова. Одним из самых распространенных

токсикантов, аккумулируемых почвенно-растительным покровом, являются тяжелые металлы, техногенное поступление их в окружающую среду постоянно увеличивается [1].

Однако многие ТМ в то же время являются и жизненно важными микроэлементами, активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов. Медь участвует в окислительно-восстановительных превращениях, около 50 % ее содержится в хлоропластах. Цинк участвует в образовании хлорофилла, способствует синтезу витаминов. Никель принимает участие в ферментативных реакциях у животных и растений, участвует в структурной организации и функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК и белка [3, 4]. При повышенном содержании микроэлементы переходят в группу тяжелых металлов, и выступают в качестве загрязнителей.

Для оценки сельскохозяйственных угодий наиболее важны подвижные формы металлов, так как они способны переходить из твердой фазы почвы в почвенный раствор и оттуда, попадая через корневую систему в растения, непосредственно влиять на качество урожая.

Нами были проанализированы данные по содержанию подвижных форм меди, цинка и никеля в почвах и растительности сельхозугодий (пашни, сенокосы, залежи) Архангельской области за период 2000 - 2008 гг., предоставленные ФГУ САС «Архангельская». Пробы почв взяты в пахотном слое с 20 реперных участков, расположенных в 4-х агроэкономических районах области. Содержание меди, цинка и никеля в почвах и растительности области рассматривали, объединив данные реперных точек: для юга области – 1 и 2, для севера области - 3 и 4 агроэкономические районы. Для экологической оценки содержание ТМ в почвенно-растительном покрове сравнивали с ПДК [2].

Средние данные содержания подвижных форм меди, цинка и никеля в почве и растениях приведены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Содержание подвижных форм меди, цинка и никеля в пахотном горизонте почв Архангельской области, мг/кг

Металл	Северная часть области (n = 7)	Южная часть области (n = 13)	ПДК подвижных форм в почве
Cu	$\frac{0,26 \pm 0,01}{7,0^*}$	$\frac{0,23 \pm 0,01}{11,4}$	3
Zn	$\frac{2,73 \pm 0,26}{28,9}$	$\frac{1,81 \pm 0,20}{33,2}$	23
Ni	$\frac{0,97 \pm 0,06}{20,0}$	$\frac{0,90 \pm 0,20}{65,8}$	4

* - коэффициент изменчивости, %

Содержание меди в почвах сельхозугодий в южной и северной частях области находится примерно на одном уровне. В почвах северных районов содержание цинка в 1,5 раза больше. Вероятно, это связано с более высокой техногенной нагрузкой на почву в северной части области, по сравнению с южной, из-за влияния Архангельско-Северодвинской агломерации. Содержание меди, цинка и никеля в почвах Архангельской области значительно ниже ПДК.

Таблица 2

Содержание меди, цинка и никеля в растительности Архангельской области, мг/кг

Металл	Северная часть области (n = 7)	Южная часть области (n = 13)	ПДК в растительности
Cu	$\frac{3,65 \pm 0,23}{19,2^*}$	$\frac{3,52 \pm 0,27}{22,7}$	30
Zn	$\frac{20,40 \pm 1,08}{15,8}$	$\frac{20,63 \pm 0,95}{13,8}$	50
Ni	$\frac{1,38 \pm 0,16}{34,1}$	$\frac{1,51 \pm 0,26}{51,5}$	3

* - коэффициент изменчивости, %

Из данных таблицы 2 видно, что ситуация с содержанием меди, цинка и никеля в растительности схожа с содержанием их в почве, что объясняется способностью растений поглощать тяжелые металлы из почвы. Но стоит отметить, что в растительности содержание ТМ больше, чем в почве, так как они поступают в растения не только через корневую систему, а также через листовую поверхность посредством напыления при загрязнении атмосферного воздуха.

Содержание меди в растительности, как в северной, так и в южной частях области находится примерно на одном уровне, тогда как цинка и никеля несколько больше содержится в растительности северной части области. По средним значениям за 9 лет превышений ПДК не зафиксировано, однако колебания по годам наблюдений по отдельным реперным точкам и ТМ были значительные, что отражается коэффициентом изменчивости. Наиболее резко по годам меняется содержание никеля в почвах и растениях, что может быть связано с его кумуляционно-миграционной способностью.

Таким образом, на территории Архангельской области загрязнение почв медью, никелем, цинком не наблюдается. Отклонения от средних значений за период 2000-2008 гг. находятся в рамках ПДК. С экологической точки зрения почвы сельхозугодий пригодны для использования их в сельском хозяйстве с целью получения качественной продукции растениеводства и кормов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы экологии Архангельской области на рубеже веков: приоритеты, направления, стратегии [Текст] / Под ред. проф. М. Шрага, член-корр. АЕН С. Сафина – Архангельск: Изд-во СГМУ – 2002. – 276 с.
2. Нейтрализация загрязненных почв [Текст]: монография / Под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии – 2008. – 528 с.
3. <http://www.aquadon-micro.ru/micrielements.html>
4. <http://www.smed.ru/guides/206/#article>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ГЕТЕРОТЕРМАЛЬНЫХ ЗОН.

И.Н. Зубов, К.Г. Боголицын, М.А. Гусакова, С.С. Хвиюзов, М.А. Лобанова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Основные процессы формирования древесной матрицы, включающие систему сложных биологических, биохимических и химических процессов [1], подвержены значительному влиянию различных факторов и, прежде всего, абиотических (климатические, геологические, эдафические). Наиболее явно данные зависимости проявляются в арктических и субарктических районах с ограниченным биоразнообразием и малой экологической устойчивостью природной среды. Также особый интерес в этом аспекте представляют экстразональные элементы ландшафтов, в которых тепловые контрасты максимальны по сравнению с зональным фоном. В геотермальных зонах на Севере формируются устойчивые экстразональные сообщества, в которых сохраняются изолированные популяции более южных [2].

Большую часть лесных ресурсов России составляют хвойные породы. Европейский Север в этом плане, не является исключением (около 82 % - хвойные породы). Можжевельник (*Juniperus*) - наиболее представительный, древний, специфический и малоизученный биообъект, встречается в самых разнообразных экологических условиях и произрастает в северном полушарии между 30 и 70⁰с.ш [3, 4]. Широкий географический ареал позволяет использовать данный вид в качестве своеобразного интегрального биоиндикатора для изучения влияния климата на особенности химического состава и динамики формирования древесного вещества.

Не смотря на широкие границы географического ареала, в силу ряда причин древесина можжевельника, не получила широкого применения в комплексной химической переработке, что во многом определило ее малоизученность. В то же время можжевельник

является уникальным видом, представляющим интерес для озеленения и получения ценных биологически активных веществ. Он оказывает оздоровительное влияние на лесную среду, выделяя больше фитонцидов, чем другие хвойные и формирует микроклимат приземного слоя атмосферы [3-6].

Целью данной работы являлось изучение влияния условий произрастания на особенности компонентного химического состава древесины можжевельника.

Представительные образцы древесины можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в возрасте от 59 до 159 лет были отобраны вне зоны антропогенного и техногенного влияния (таблица 1). Климатические характеристики районов пробоотбора представлены в таблице 2 [7].

Таблица 1

Районы отбора можжевельника

№	Район отбора	Координаты
1	Тундра, Ненецкий Автономный округ (НАО)	67 ⁰ - 68 ⁰ с.ш.
2	Северная тайга, Архангельская область (АО)	63 ⁰ - 65 ⁰ с.ш.
3	Северный Кавказ, Кабардино-Балкарская республика (КБР)	43 ⁰ - 44 ⁰ с.ш.

Таблица 2

Климатические характеристики участков отбора можжевельника.

Район	Средняя t Января, °С	Средняя t Июля, °С	Годовое кол-во Осадков, мм	Сумма T > 5 ⁰ С	Средняя продолжительность безморозного периода, дней
НАО	-19,6	12,6	436	950	100
АО	-12,0	14,5	572	1450	130
КБР	-4,0	20	800	-	250

Как видно из таблицы климатические показатели тестовых площадей очень широко варьируются, что определенно будет влиять на особенности древесины можжевельника.

Химический состав древесины определен по стандартным методикам [8] и представлен в таблице 3.

Возраст древесины определен по количеству годичных колец на поперечных срезах у корневой шейки стволиков можжевельника. Для анализа использовали опилки влажностью 5-8 %, подготовленные из ствола древесины.

Таблица 3

Характеристика образцов древесины можжевельника

Зона отбора	Содержание, % к а.с.д.			
	Лигнин	Целлюлоза	Экстрактивные вещества	Минеральные вещества
1	31,95	37,22	4,49	0,41
2	30,93	41,87	4,34	0,26
3	28,71	45,33	5,88	0,49

Определение содержания целлюлозы проводилось азотно-спиртовым методом, лигнина – методом Класона в модификации Комарова, зольность – методом сжигания. Для определения веществ, экстрагируемых этанолом, использовали экстракционный аппарат ускоренного действия.

Анализ данных компонентного состава древесины можжевельника, позволил выявить ряд особенностей. Так например, отмечается более низкое, по сравнению с другими хвойными породами, содержание целлюлозы, больше соответствующее лиственной древесине. Это объясняет некоторые особенности физических свойств древесины можжевельника (высокая плотность, гидрофобность). Содержание лигнина характерно для хвойных пород.

Температурный фактор определяет длину вегетационного периода. Это, в свою очередь, сказывается на строении и свойствах древесины и ее компонентов. Так, полученные данные показывают, что древесина можжевельника произрастающего на территории КБР (граница умеренного и субтропического климатических поясов), а следовательно, с более высокими температурными значениями и продолжительностью вегетационного периода характеризуется большей массовой долей целлюлозы (в среднем 45,33 %). Содержание лигнина напротив минимально.

Данный факт может быть объяснен увеличением интенсивности процессов фотосинтеза за счет активации энзиматических реакций, сопряженных с восстановлением углерода.

Работы выполнены в рамках проекта УрО РАН 12-М-45-2012. Влияние абиотических факторов на структуру и свойства надмолекулярных комплексов биополимеров растительной клетки (Проект в рамках Программы междисциплинарных фундаментальных исследований, выполняемых в нескольких организациях УрО РАН, относящихся к разным объединенным ученым советам УрО РАН).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bogolitsyn, K., Lunin, V., Kosyakov, D., et al. Physical chemistry of lignin. Akademkniga, Moscow, 2010.
2. Функционирование субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период / Под ред. К.Г.Боголицына, И.Н.Болотова. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 252 с.
3. Барзут О.С. Эколого-географическая изменчивость можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в лесах Архангельской области [Текст] // автореф.на соиск.степени канд.с-х.наук. – Архангельск, АГТУ, 2007. – 18 с.
4. Сурсо М.В. Лесообразующие хвойные Европейского Севера России, Екатеринбург: УрО РАН, 2007, 256 с.

5. Сурсо М.В., Барзут О.С. Хвойные в урочище Пым-Ва-Шор // Международный симпозиум «Экология арктических и приарктических территорий» – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2010, - С. 393-396.
6. Сурсо М.В., Барзут О.С. Можжевельники Пятигорья и Приэльбрусья: краткая морфологическая характеристика и особенности роста // Известия вузов. Лесной журнал. 2012. № 1 с 7 – 13.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Архангельская и Вологодские области, Коми АССР. Книга 1, под ред. Е.П. Борисенкова, Л.:Гидрометиздат, 1989. – 484 с.
8. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991, 320 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.В. Иванова^{1,2}, А.Н. Морозов^{1,2}

¹ Сектор сейсмического мониторинга севера Русской плиты Геофизической Службы РАН,
г. Архангельск

² Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Создание Архангельской сейсмической сети и расширение ее в сторону Арктического сектора позволило решить задачу регистрации и обработки, наряду с удаленными сейсмическими событиями, проявлений региональной и локальной сейсмичности в условиях платформы, а также на акваториях северных регионов. Одной из особенностей проведения сейсмического мониторинга на таких территориях является регистрация на записях сейсмических станций большого количества событий, схожих по внешнему виду, но различных по природе источника (слабые тектонические землетрясения, подвижки крупных масс льда на акваториях, промышленные взрывы, транспортные и антропогенные шумы, и т.д.). Поэтому задача идентификации регистрируемых локальных и региональных сейсмических событий по типу источника имеет первоочередное значение для проведения качественного мониторинга сейсмических процессов на исследуемой территории.

Одним из путей решения поставленной задачи является использование статистических методов, в частности, иерархического кластерного анализа. Кластерный анализ - задача разбиения определенного множества объектов на группы - кластеры, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Спектр применений кластерного анализа очень широк, использовать его на сегодняшний день возможно без специального математического

образования – существует ряд программных продуктов, в которых реализованы разнообразные методы кластеризации, среди них - программа STATISTICA.

Регистрируемые на записях сейсмических станций Архангельской сети события с целью идентификации рассматриваются как объекты, подлежащие кластеризации, у которых можно выделить ряд описательных признаков, а затем применить методы иерархического кластерного анализа, реализованные в модуле кластерного анализа STATISTICA 6.0. Получаемые дендрограммы объединяют наблюдаемые группы событий в кластеры в соответствии с их особенностями, задаваемыми природой источника. Следует отметить, что при регистрации событий на локальных и региональных расстояниях параметры одного и того же события различны в зависимости от трассы “источник - сейсмическая станция”, соответственно, задача идентификации событий решается для каждой конкретной станции.

Сложность идентификации событий на локальных расстояниях заключается в том, что для их большей части локация эпицентра источника невозможна, т.к. на сейсмограммах не выделяются вступления фаз Р и S из-за малых расстояний между источником и станцией. К таким событиям относятся, например, периодически регистрируемые на записях станции «Климовская» (Коношский район Архангельской области) импульсные микроколебания (ИМК) [1], для которых определить природу до последнего времени не представлялось возможным. Ниже демонстрируется решение задачи идентификации природы ИМК с помощью кластерного анализа, применяемого к совокупности локальных событий.

Для формирования входного массива данных анализируемых локальных событий были изучены по ряду параметров (характерное время и периодичность появления на записях, наличие серийного повторения колебаний, длительность, особенности вступления и затухания на записи, частотный и амплитудный диапазон) группы различных сейсмических событий, наблюдающихся на записях станций Архангельской сети [2]. Всего было выделено 6 групп событий (условные названия «Архангельск-№»), в их числе ИМК, источники большинства из них имели установленную техногенную природу. К этим данным, для увеличения представительности выборки, были добавлены 8 событий техногенной природы, классифицированных на записях пермской станции “Власы” [3], описанные в соответствии с тем же перечнем формальных параметров (условные названия «Пермь-№»). Наконец, к совокупности этих 14 групп событий было добавлено одно условное локальное тектоническое землетрясение, так же описанное в соответствии со сформулированными параметрами.

К полученной совокупности 15 событий с закодированными признаками, после процедуры стандартизации данных, была применена иерархическая кластеризация, с параметрами метода евклидово расстояние между объектами и правило полной связи для определения расстояний между кластерами. Конечным результатом стала дендрограмма, на которой видно, что события типа землетрясения и ИМК образуют отдельно стоящий кластер (рисунок 1), что определяет с большой долей вероятности природу ИМК как нетехногенную. Недавние исследования показали, что эти своеобразные колебания на сейсмических записях обусловлены подвижками блоков подстилающей среды под станцией в результате перепада температур в холодное время года [1].

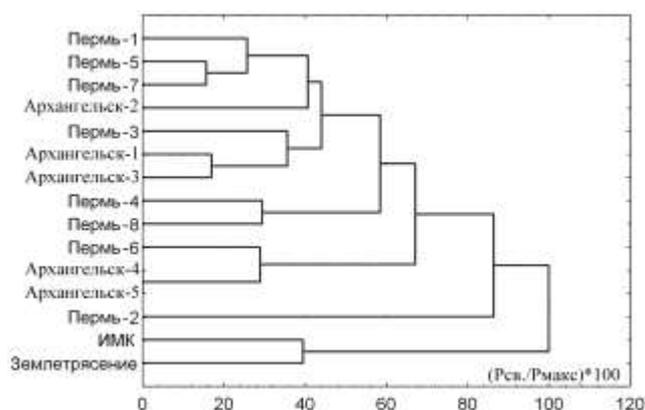


Рисунок 1. Дендрограмма по локальным событиям

Все остальные типы событий образуют другой большой кластер, соответственно, событий техногенного происхождения, внутри которого образуется еще ряд более мелких кластеров [2].

Сейсмические события, регистрируемые Архангельской сетью станций на региональных расстояниях, в подавляющем большинстве по природе источника делятся на тектонические и техногенные, связанные с деятельностью в регионе крупных промышленных карьеров. Решение задачи идентификации в этом случае имеет актуальное значение для любой сейсмической сети, поскольку всегда существует риск “засорения” сейсмического каталога данными, полученными по промышленным взрывам. Применение кластерного анализа в данном случае позволяет получать информацию не только о природе источника, но и о возможной его локализации. Ниже демонстрируется использование метода для записей сейсмостанции «Климовская».

Для формирования входного массива данных были изучены и закодированы по аналогичной схеме параметры взрывов (распределение в течение суток и дням недели, эпицентральное расстояние, качественные и количественные особенности вступлений и спектров P, S и L волн на записях) из тех промышленных карьеров, которые регистрирует станция «Климовская» на региональных расстояниях. Были изучены группы взрывов из

14 карьеров, функционирующих на территориях Вологодской и Мурманской областей, республики Карелии, а также республик Финляндии, Швеции и Эстонии. К выборке добавлялось описание исследуемого события, и вся таблица подавалась на вход иерархической кластеризации.

Для иллюстрации работоспособности метода приведены в качестве исследуемых событий тестовые “Событие 1” - техногенное землетрясение, произошедшее вблизи карьера в Хибинском массиве Мурманской области 21.10.2010 г., магнитудой 2.9, и “Событие 2” - промышленный взрыв, произведенный в одном из карьеров Карелии 04.01.2011 г. (рисунок 2а,б).

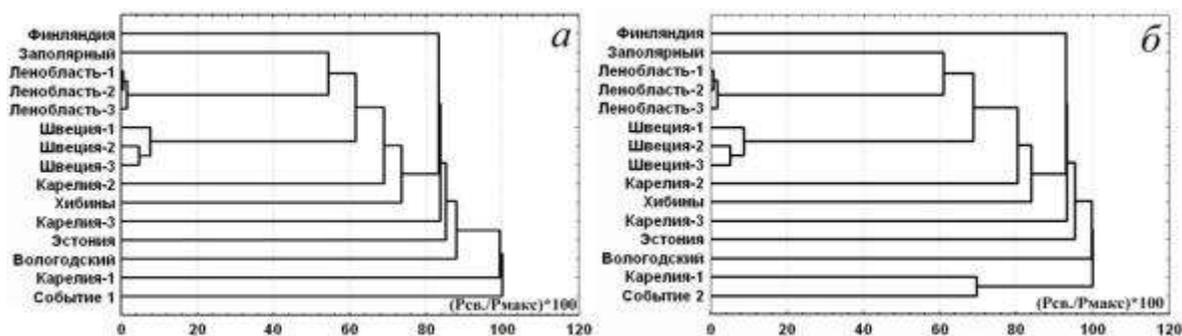


Рисунок 2. Дендрограмма по региональным событиям: а – в качестве исследуемого события выступает тестовое “Событие 1”; б – в качестве исследуемого события выступает тестовое “Событие 2”

Тестовое землетрясение “Событие 1” (рисунок 2а) образует в диаграмме свой, совершенно отдельно стоящий кластер от кластеров, содержащих взрывы из карьеров. Тестовый взрыв “Событие 2” (рисунок 2б) образует свой отдельный кластер с карьером “Карелия-1”, в котором он и был произведен.

Весьма перспективным представляется использование метода кластерного анализа для идентификации событий, записанных только одной станцией, сведения о которых не содержатся ни в одном из официальных сейсмологических каталогов. Так, самая северная сейсмическая станция сети «Земля Франца-Иосифа» регистрирует сейсмические события, предположительно, обусловленные тектоническими подвижками в районе арктического хребта Гаккеля. Исследования по их идентификации с помощью кластерного анализа проводятся в настоящее время.

Следует отметить, что результаты предложенного метода напрямую зависят от входной анализируемой выборки, поскольку исследуемые события будут кластеризоваться с заложенными во входной массив данными. С другой стороны, с подобным статистическим подходом возможно создание самообучающихся систем, которые могут “обучаться” классифицировать и разделять землетрясения и взрывы по мере роста числа анализируемых объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Французова В.И., Юдахин Ф.Н., Иванова Е.В., Конечная Я.В. О возможной природе высокочастотных импульсных микросейсм на приарктических территориях // Экология арктических и приарктических территорий: материалы международного симпозиума. Архангельск, 2010. С.265-267.
2. Иванова Е.В., Конечная Я.В. О возможности применения кластерного анализа для классификации локальных сейсмических событий по данным сейсмических станций // XI Уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник докладов. Екатеринбург: ИГф УрО РАН, 2010, С. 107-109.
3. Баранов Ю.В., Некрасова Л.В. Классификация локальных сейсмических событий по данным станции “Власы” // VIII Уральская молодежная научная школа по геофизике: сборник науч. материалов. Пермь, 2007. С.20-25.

УНИКАЛЬНЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ОСТАНКОВ ДРЕВНЕЙШИХ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: 15 ЛЕТ ПОПЫТОК СОЗДАНИЯ ООПТ

А.Ю. Иванцов

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва

Архангельская область обладает группой необыкновенных природных объектов, равных которым по научной значимости в мире найдется немного. В Юго-Восточном Беломорье, на полосе выходов вендских горных пород (в центре этой полосы находится город Архангельск) располагается серия местонахождений ископаемых останков древнейших многоклеточных животных и растений, живших на Земле около 600 млн. лет назад. Подобные ископаемые встречаются крайне редко, найдено лишь несколько больших их местонахождений в Австралии (окрестности г. Аделаида), Южной Африке (Намибия), Северной Америке (о. Ньюфаундленд) и в России (Архангельская область). Но даже среди этих единичных местонахождений Беломорские уникальны разнообразием и высокой степенью сохранности палеонтологического материала [1-6].

Вендские многоклеточные Юго-Восточного Беломорья изучаются с 70-х годов прошлого века Лабораторией Докембрийских организмов Палеонтологического института им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН). За истекшие десятилетия в этом районе выявлено 6 крупнейших местонахождений многоклеточных: Лямецкое, Сюзьминское, Карахтинское, Солзинское, Зимнегорское, Ярнемское и несколько меньшего масштаба. Все они приурочены к морским и речным береговым обнажениям. Вендские ископаемые не наполняют целиком обнажения, а встречаются в них в виде локальных захоронений, часто имеющих площадь не более 40-50 квадратных метров. Некоторые из этих локальных

захоронений содержат ископаемые, не встречающиеся больше не только в Беломорье но и нигде в мире. Специфической особенностью вендских отложений Архангельской области, весьма необычной для столь древних горных пород, считается их слабая уплотненность. Обусловленное этим быстрое разрушение обнажений в весенний период приводит к высвобождению, а потом и к гибели находившихся в породе ископаемых останков многоклеточных. Это заставляет специалистов проводить ежегодный мониторинг местонахождений для оценки состояния захоронений и спасения от уничтожения окаменелостей мирового научного значения.

Однако естественное разрушение обнажений – не единственная опасность для вендских ископаемых. В постсоветское время в России получил широкое распространение сбор палеонтологических объектов в коммерческих целях. Не обошел стороной он и Архангельскую область. Уже в конце прошлого века появились сведения о несанкционированных сборах и продаже за границей образцов вендской фауны Беломорья [7-9]. В течение первого десятилетия XXI в. процесс этот усилился и угрожает стать лавинообразным [10-12]. Сборов уникальной геологической информации частными коллекционерами не ведется, никакие соображения об охране локальных захоронений, часто единственных на Земле, их не останавливают. Очевидно, что пресечение развития частного предпринимательства в данном случае необходимо.

Уже в первой сводке по геологическим памятникам природы (ГПП) России Зимнегорское местонахождение было оценено как палеонтологический памятник мирового ранга (кстати, единственный памятник природы такого уровня в Архангельской области) и рекомендован заказной режим его охраны [13]. Эту публикацию следует считать первой попыткой создания палеонтологического заказника на одном из местонахождений вендской фауны. Однако, по сообщению О.С. Ожигиной, еще в 1993 г. «рабочей группой по геологическим и палеонтологическим памятникам в рамках совместного проекта ЮНЕСКО и Международного Союза геологических наук местонахождения вендской фауны Архангельской области были включены в Реестр важнейших памятников природы мирового значения» [7]. И, конечно, уже первооткрывателям было ясно значение обнаруженных ими природных объектов [1]. В качестве охраняемых ГПП Станковским и Ожигиной заявлено 4 местонахождения: Зимнегорское, Сюзьминское, Лямецкое и Ярнемское [2, 3, 7, 14].

В 2000 году Администрацией Архангельской области и Северным комитетом МПР РФ было принято решение [15] о временном приостановлении палеонтологических сборов на территории области с целью «проведения систематизации всех сведений по захоронениям древней фауны и разработки рекомендаций по организации охраняемых

палеонтологических памятников» [8]. По заказам областных организаций ПИН РАН был составлен каталог местонахождений вендских ископаемых региона, произведена оценка их значимости и даны рекомендации по охране. В выводах из проведенных исследований предложено создать в области кластерный заказник – группу из 7 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) палеонтологической направленности регионального, а в перспективе федерального ранга с единым управлением. Систематизация местонахождений вендской фауны была проведена, а рекомендации – даны. После этого «Решение...» было отменено, и теперь сбор палеонтологических объектов в Архангельской области вновь стал возможен, правда, только при наличии соответствующей лицензии (единственным обладателем которой является ПИН РАН).

В 2004 г на западе Беломоро-Кулойского плато был образован Приморский государственный природный ландшафтный заказник регионального значения. Зимние горы вошли в него в качестве рядового объекта ландшафта, а вендские ископаемые – возможно, одно из главных природных богатств Европейского севера России – оказались забытыми. В 2009-10 гг. ОГУ «Дирекция особо охраняемых природных территорий регионального значения» проводилась работа по изменению целей Приморского заказника – от сохранения и восстановления ландшафтов к охране местонахождений вендской фауны. Кроме этого предполагалась организация заказного режима охраны для Солзинского местонахождения. К середине 2010 г. вся необходимая техническая документация по обоим местонахождениям была собрана, в том числе и вновь предоставленная ПИН РАН. По мнению экспертов ПИН, в пределах будущих охраняемых территорий представлялось необходимым: 1) запретить хозяйственную деятельность, связанную с нарушением целостности существующих обнажений (обрывов) или вызывающую такое нарушение: вырубку деревьев, сведение дернообразующей растительности в непосредственной близости от склонов, разведение костров, разбивку палаточных лагерей, строительство, проведение дорог, путепроводов, вывод мелиорационных канав и т.п.; 2) запретить сбор палеонтологических коллекций и образцов частными лицами и организациями в коммерческих целях; 3) организовать егерский надзор для предотвращения расхищения уникальных ископаемых; 4) организовать мониторинг обнажений, регулярный сбор отпечатков в местах эрозии продуктивных слоев, научное изучение и охранные раскопки скоплений, находящихся под угрозой разрушения; 5) создать условия, способствующие продолжению научных исследований местонахождения и отпечатков вендских животных ведущими государственными научными организациями России, в том числе сопровождающихся

сбором геологических и палеонтологических образцов. Однако после структурных преобразований в областных организациях эта работа затормозилась.

Таким образом, следует признать, что 15 лет настойчивых призывов ученых к организации охраны местонахождений уникальной вендской фауны Архангельской области и приданию этим природным объектам статуса ООПТ не привели ни к каким значимым результатам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федонкин М.А. Крупнейшее местонахождение докембрийской фауны // Природа. 1981. № 5. С. 94-102.
2. Станковский А.Ф. Геологические памятники природы северо-запада Архангельской области // Разведка и охрана недр. 2000. №3, 4. С. 43-45.
3. Станковский А.Ф. Геологические памятники природы северо-запада Архангельской области // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. Архангельск. 2000. С. 168-188.
4. Станковский А.Ф., Федонкин М.А. Местонахождения вендской бесскелетной фауны Юго-Восточного Беломорья // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. Архангельск. 2000. С. 142-153.
5. Иванцов А.Ю. Уникальный природный объект всемирного значения – Зимнегорское местонахождение отпечатков вендских многоклеточных животных // Геолог Украины. 2011. № 3-4. С. 89-98.
6. Иванцов А.Ю. Палеонтолого-стратиграфический круг объектов геологического наследия России Вестник института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. № 9. С. 17-18.
7. Ожигина О.С. Геологические памятники и их охрана в Архангельской области // Геодинамика и геоэкология. Материалы международной конференции. Архангельск. 1999. С. 278-280.
8. Галимзянов Р.М., Малютин Е.И. Состояние и основные направления регионального геологического изучения Архангельской области // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. Архангельск. 2000. С. 5-9.
9. Иванцов А.Ю. Палеонтологические находки венда в Беломорье и ордовикские трилобиты Ленинградской области как объект экспорта. // Разведка и охрана недр. 2001. № 6. С. 73-76.
10. Иванцов А.Ю., Леонов М.В. Отпечатки вендских животных – уникальные палеонтологические объекты Архангельской области. Архангельск. 2009. 91с.
11. Иванцов А.Ю., Федонкин М.А., Леонов М.В., Сержникова Е.А., Малютин Е.И., Хан Ю.В. Уникальные местонахождения отпечатков вендских многоклеточных в Архангельской области в опасности! // Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных территорий (Республика Коми). Материалы научно-практической конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2007. С. 47-49.
12. Fedonkin M.A., Ivantsov A.Yu., Leonov M.V., Lipps J.H., Serezhnikova E.A., Malyutin E.I., Khan Y.V. Paleo-piracy endangers Vendian (Ediacaran) fossils in the White Sea – Arkhangelsk region of Russia.- In: Lipps J.H., Granier B.R.C. (eds.), PaleoParks - The protection and conservation of fossil sites worldwide.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Book 2009/03, Chapter 09 (CG2009_BOOK_03/09).
13. Карпунин А.М., Мамонов С.В., Мироненко О.А., Соколов А.Р. Геологические памятники природы России. СПб.: Лориен. 1998. 200 с.

14. Станковский А.Ф. Венд Юго-Восточного Беломорья // Разведка и охрана недр. 1997. №5.
15. Решение Администрации Архангельской области и Северного комитета природных ресурсов МПР РФ от 14 февраля 2000г № 461.

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЭФФЕКТА ЧЕРДЫНЦЕВА-ЧАЛОВА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Г.П. Киселев, С.Б. Зыков, Л.В. Утузикова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Согласно существующей и обще принятой теории изотопы урана-238 и урана-235 в геологической среде не фракционируются. Нет данных о нарушении их отношения как в древних горных породах (архей, протерозой) так и в самых молодых гидротермальных или осадочных образованиях. В то же время изотоп урана-234, обладая теми же свойствами может сильно обогащаться при переходе из твердой в жидкую фазу, что сформулировано в следующем открытии. **Научное открытие "Явление естественного разделения урана-234 и урана-238".** **Формула открытия:** "Установлено неизвестное ранее явление естественного разделения урана-234 и урана-238, заключающееся в том, что при переходе изотопов урана из твердых природных ураносодержащих образований в жидкости, не растворяющие эти образования, происходит обогащение изотопной смеси ураном-234". **Авторы:** В. В. Чердынцев, П. И. Чалов. **Номер и дата приоритета:** № 163 от 27 марта 1954 г. Авторы открытия показали, что в естественных условиях при переходе самого тяжелого элемента периодической системы Менделеева - урана - из природных кристаллов в жидкости (в том числе в природные воды) происходит разделение его изотопов - урана-234 и урана-238, при котором жидкости обогащаются ураном-234. Образующийся при распаде урана-238 атом отдачи (торий-234) разрушает кристаллическую решетку, выбрасывая в пространство нарушений структуры кристалла тысячи атомов. Поскольку атом тория-234 остается в разрушенной области и впоследствии превращается в атом урана-234, в нарушениях структуры природных кристаллов создается избыток урана-234 по отношению к урану-238. Вода (или другая жидкость), проникающая в нарушения, выносит уран-элемент, обогащенный ураном-234. На рисунке 1 показана расчетная объемная модель пролета ядра отдачи при альфа-распаде атома урана в кристалле. Показано, что в кристаллах, состоящих из легких химических элементов ядро отдачи альфа-распада урана-238 торий 234 может покинуть разрушенную область кристалла. В кристаллах из тяжелых химических элементов, например

киновари, ядро отдачи остается в разупорядоченной области. Из этого следует, что из кристаллов легких элементов уран-234 для жидкостей малодоступен (18-20%). Отношение α -активностей ^{234}U и ^{238}U в областях разупорядочения может быть записано в виде:

$$\frac{{}^{234}\lambda p}{\gamma \cdot \text{ВОД} = \gamma_0} = \frac{{}^{238}\lambda * C * Nd}{\dots}$$

где γ_0 - отношение активностей ^{234}U и ^{238}U в исследуемой твердой фазе (природном кристалле) в целом, C - атомная концентрация ^{238}U в ней, Nd - число атомов в разупорядоченной области (пике смещения), а p - вероятность того, что атом отдачи, образуемый при α -распаде ^{238}U останется в области разупорядочения. (Формула предложена П.И.Чаловым).

Мы рассматривали другую модель перехода урана-234 в жидкости (Рисунок 2) где уран-234 попадает в жидкости двумя путями. Первый путь – это выброс ядра отдачи в процессе альфа-распада из области контакта минерала и жидкости, равной длине пробега ядра отдачи, которая составляет примерно 40 ангстрем. При этом разрушенная область кристалла становится доступной для жидкости и из нее извлекаются имеющиеся там атомы урана. Эта смесь определяет изотопный состав урана в жидкости, образованный ядерным путем.

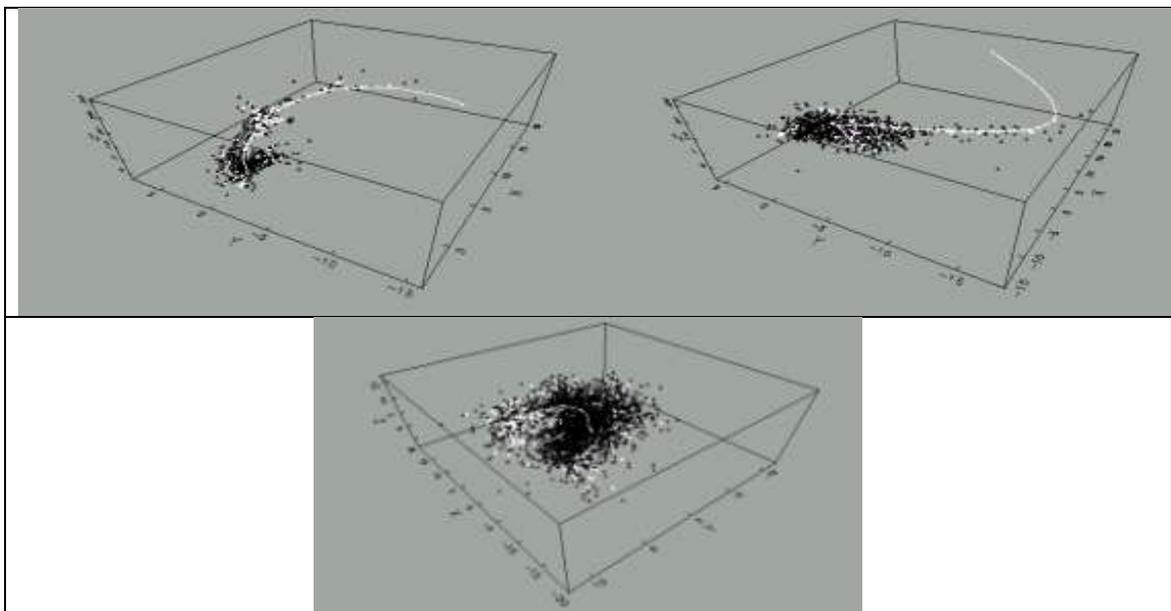


Рисунок 1. Трек ^{234}Th и пик смещения в а) ZrSiO_4 , б) ZrSiO_4 (Y, Hf), в) HgS . Черные точки - конечное положение атомов, участвующих в каскаде соударений, белые точки - начальное положение атомов в кристаллической решетке (образовавшиеся вакансии). Размеры даны в ангстремах. (Чалов, Кучеренко).

Второй путь – это растворение минерала жидкостью и извлечение изотопов урана из растворенной части в том составе, который находится в самом кристалле. В итоге в

жидкости формируется изотопная смесь урана из двух независимых источников, которая в итоге и регистрируется приборами.

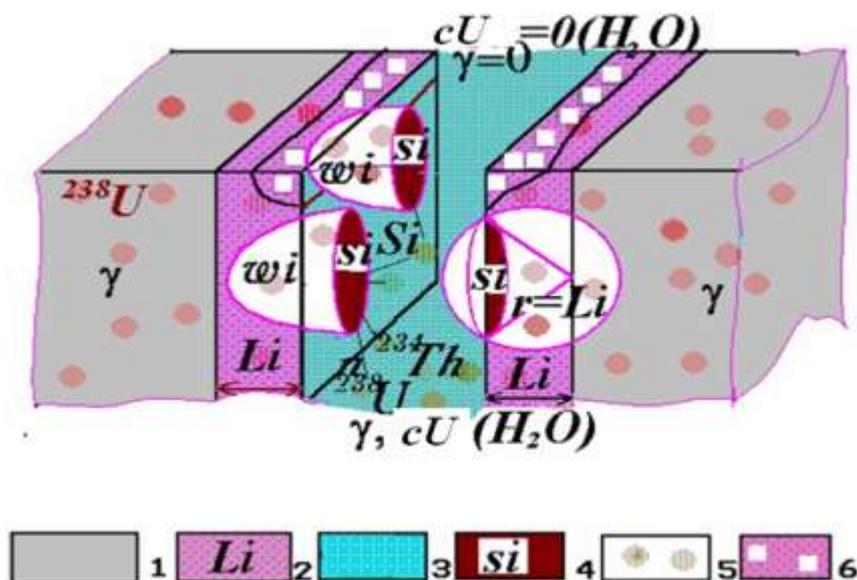


Рисунок 2. Модель перехода изотопов урана из твердой фазы в жидкую из при контактной области по ширине равной длине пробега ядра отдачи альфа-распада урана-238. 1 – минеральный блок, имеющий некоторую концентрацию урана; 2 – длина пробега ядра отдачи при альфа-распаде урана-238 (Li); 3 – положение жидкости в микропоре, изначально имеющую нулевую концентрацию изотопов урана; 4 – si - эффективное сечение выхода изотопов урана из минерала в жидкость за счет альфа-распада одного атома урана-238, Si – суммарное эффективное сечение выхода изотопов урана из твердой фазы в жидкость в результате распада атомов урана и растворения минерала; 5 – область формирования изотопной смеси в жидкой фазе; 6 – условное положение растворимой части минерала.

По данной модели в жидкости будет формироваться изотопное отношение урана-234 к урану -238, выраженное в атомных единицах:

$$\gamma\text{-вод.} = \frac{1/8 \cdot {}^{238}\lambda \cdot {}^{238}N_i \cdot W_i + W_r \cdot {}^{238}N_i \cdot \gamma\text{-мин.}}{1/8 \cdot {}^{238}N_i \cdot W_i + W_r \cdot {}^{238}N_i}$$

Где: $\gamma\text{-вод}$ – отношение изотопов урана-234 к урану-238 в жидкости; $1/8$ – вероятность того, что ядро отдачи достигнет жидкости из области минерала, шириной длины пробега ядра отдачи; ${}^{238}\lambda$ - постоянная радиоактивного распада урана-238; ${}^{238}N_i$ – атомная концентрация урана-238 в минерале; W_i - объем разупорядоченной области минерала под действием ядра отдачи, примем равной $si \cdot Li$; W_r – объем растворенной части минерала за период свершения одного акта распада урана-234; $\gamma\text{-мин.}$ – отношение изотопов урана-234 к урану-238 в минерале.

Из данного выражения следует, что с увеличением концентрации урана в минерале уран-изотопное отношение γ в жидкости будет уменьшаться, при постоянной скорости растворения минералов жидкостями и неизменной концентрации урана в минерале

изотопное отношение γ -вод будет постоянным, при увеличении скорости растворения минералов изотопное отношение в жидкостях будет стремиться к изотопному отношению равному в минералах. Отношение составляющих ядерного обогащения изотопом урана-234 жидкостей и растворенного обогащения выражается через суммарное эффективное сечение Si.

Если в модели, изображенной на рисунке 2, заменить жидкость на минерал с малыми концентрациями урана-238, то мы получим новую модель, представленную на рисунке 3. Из этой модели следует, что эффект Чердынцева-Чалова имеет место при ядерном переходе изотопа урана-234 из одного минерала в другой, имеющий иную концентрацию урана. Однако в твердых минералах распространение этого изотопа ограничено, твердые минералы теоретически не могут быть распространителями этого изотопа на большие объемы и эффект проявляется в области контакта толщиной, равной длине пробега ядра отдачи. При отборе больших объемов образца для анализа области с избытком и дефицитом будут перемешаны и в образце будет регистрироваться равновесное количество урана-234 и урана-238.

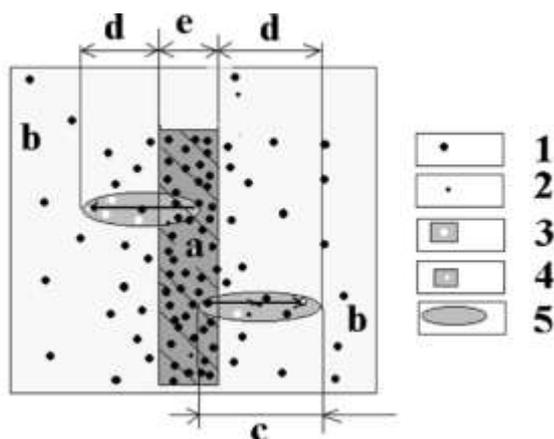


Рисунок 3. Модель образования неравновесного урана на границе двух минералов: 1 – атомы ^{238}U ; 2 - атомы ^{234}U ; 3 – выбитые атомы урана из минерала **a**; 4 – ядро отдачи; 5 – дефектная область; **a** – минерал с высокой концентрацией урана; **b**– минерал с низкой концентрацией урана; **c** – расстояние пробега ядра отдачи; **d** – область образования избытка ^{234}U ; **e** – область образования дефицита ^{234}U .

Но еще В.В.Чердынцевым было показано, что в минералах, имеющих слабую радиоактивность, избыток урана-234 повышается, в частности киноварь имеет $\gamma=2.3$, арагонит $\gamma=1.3$, карбонаты $\gamma=1.15$. Нами были проведены сотни измерений изотопного отношения урана-234 к урану-238 (γ) в рудных минералах и горных породах. На рисунке 4 представлено обобщенное положение избытка и дефицита урана-234 в различных горных породах и полиметаллических рудах.

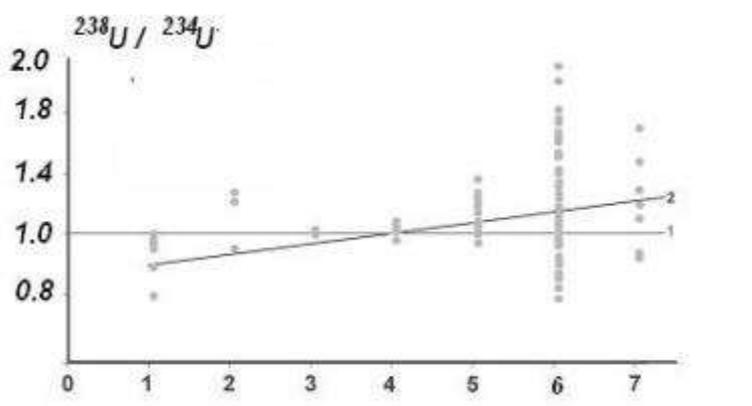


Рисунок 4. Распределение изотопного отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ (по активности) в кристаллических структурах горных пород, метасоматитов, руд и минералов: 1 - слюдястые и актинолитовые сланцы; 2 - песчаники; 3 - известняки; 4 - граниты; 5 - метасоматиты; 6 - руды; 7 – минералы

Слюдястые и актинолитовые сланцы состоят из тонких минеральных образований, способствующих выносу урана-234 из минеральной части Ю обогащенной ураном по модели, изображенной на рисунке 3. Песчаники обладают сорбционными свойствами и накапливают уран из воды, обогащенной ураном-234. Массивные известняки представляются замкнутой системой для урана и в них формируется равновесный уран. Граниты от части содержат слюдястые минералы, что способствует выносу урана-234 и отчасти могут сорбировать уран-234 из воды. Метасоматины, руды и минералы находятся в условиях фазового неустойчивого состояния, происходит их постоянное преобразование в виде перекристаллизации, образования новых минералов и их сообществ, что приводит к пространственному перераспределению изотопов урана-234, накоплению в одних минеральных частях и выносу из других. Это явление имеет место и в кимберлитах, что было показано нами ранее. На данный период времени механизм такого перераспределения урана-234 не изучен.

АКТИВНОСТЬ ИЗОТОПОВ ^{137}CS , ^{40}K , ^{232}TH , ^{226}RA , ^{222}RN В ПОЧВАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

И.М. Киселева, А.В. Пучков, В.В. Кряучюнас, А.В. Баженов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

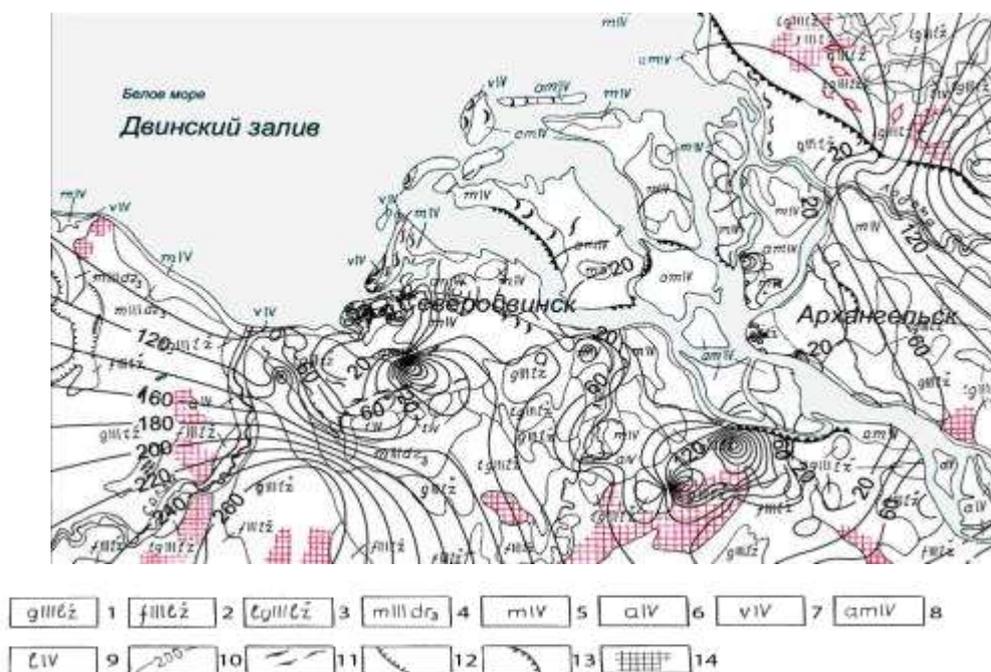
Проблемным вопросом для Архангельской промышленной агломерации (АПА) является состояние радиоактивности территорий. Одним из самых популярных изотопов, которые будут проявляться в результате искусственного загрязнения территории, является ^{137}Cs . В связи с наличием в г. Северодвинске ядерных предприятий, а также возможными выпадениями ^{137}Cs на дневную поверхность Земли, связанными с ядерными испытаниями

в атмосфере, с авариями на АЭС, население агломерации обеспокоено возможным загрязнением окружающей среды радиоактивностью. В связи с этим в 2000 г. вице-президентом РАН Н.П. Лаверовым была поставлена задача изучения техногенной и естественной радиоактивности почв АПА.

Начиная с 2001 г. лабораторией экологической радиологии проводятся экспедиционные работы по исследованию радиоактивности почв территории АПА. За это время было отобрано 1020 проб почв, в том числе по Архангельску – 360, Северодвинску – 120, Новодвинску – 53, на территории, прилегающей к городам – 487. В период 2009-2011 гг. по 128 пробам были произведены измерения объемной активности радона (ОРА) в почвенном воздухе.

На основании большого объема экспериментальных данных по содержанию радионуклидов в генетических горизонтах почв показана взаимосвязь распределения ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в зависимости от литологического состава подстилающих горных пород и показано содержание ^{222}Rn в почвенном воздухе органогенного горизонта.

Учитывая, что нахождение ^{137}Cs в почвах результат радиоактивного выпадения и антропогенного загрязнения нами рассматривается его распределение в верхнем гумусовом горизонте. (Рис. 1). Активность ^{137}Cs - менее 20 Бк/кг отмечается в почвах, сформированных на аллювиальных, эоловых и аллювиально-морских современных отложениях, характеризующихся слабо выраженным маломощным гумусовым профилем с невысоким содержанием гумуса, а также присутствием в нем крупнозернистого песка, который обеспечивает аэрацию почв. Содержание ^{137}Cs - более 20 Бк/кг наблюдается в почвах, развитых на отложениях, состоящих из суглинков, глин и алевролитов, которые связывают ^{137}Cs и не способствуют его миграции в нижние горизонты. Наибольшие концентрации ^{137}Cs (более 20 Бк/кг) наблюдаются на болотах агломерации. Таким образом, распределение содержания ^{137}Cs в зависит от механического состава почвообразующего горизонта и наличия большого количества гумуса (болота).



1-4 - лужские слои: 1 – ледниковые, 2 – флювиогляциальные, 3 - озерно-ледниковые, 4 - морские отложения (верхний дриас); 5-9 - современные отложения: 5 – морские, 6 - – аллювиальные, 7 – эоловые, 8 - аллювиально-морские, 9 – озерные; 10 - изолинии содержания ^{137}Cs , Бк/кг, 11 - береговые валы, 12 - уступы речных террас, 13 - уступы абразивных террас, 14 - холмисто-моренный и холмисто-грядовый рельеф.

Рисунок 1. Распределение содержания ^{137}Cs в гумусовом горизонте почв Архангельской промышленной агломерации (карта четвертичных отложений по Т.Ю. Затульской)

Общая тенденция накопления ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra в почвенных горизонтах независимо от типа почв выражена слабо и зависит в основном от состава пород почвообразующего горизонта.

Активность ^{40}K в почвообразующем горизонте изменяется от 200 до 600 Бк/кг (Рис. 2). Максимальная активность замерена в ледниковых отложениях лужской стадии - суглинках, глинах, супесях валунных и в аллювиально-морских отложениях голоцена – глинистых песках, развитых в бортах дельты реки. Низкая активность ^{40}K (менее 300 Бк/кг) наблюдается вдоль всего побережья Двинского залива в озерно-ледниковых отложениях лужской стадии - тонко- мелкозернистых песках и на морских отложениях голоцена – разнородных песках. В иллювиальном горизонте активность ^{40}K в среднем находится на уровне его активности в почвообразующей породе. Высокая активность ^{40}K в почвах обусловлена еще и тем, что для повышения плодородия почв местное население широко применяет калийные удобрения, которые содержат радиоактивный изотоп ^{40}K .



Рисунок 2. Распределение содержания ^{40}K в почвообразующей горной породе, Бк/кг
 Содержание ^{226}Ra в почвообразующем горизонте изменяется от 2 до 24 Бк/кг (Рис. 3). Повышенные значения в основном отмечаются в дельте Сев. Двины в хорошо отсортированных песках с гравием и галькой флювиогляциальных отложений и в тонко-мелкозернистых песках с прослоями супесей и суглинков озерно-ледниковых отложений лужских слоев, а также в глинистых песках современных аллювиально-морских пород. Минимальные значения замерены в озерно-ледниковых осадках лужской стадии в глинах ленточных, иногда с суглинками и супесями.



Рисунок 3. Распределение содержания ^{226}Ra в почвообразующей горной породе, Бк/кг
 Повышенные значения ^{232}Th (до 30 Бк/кг) зафиксированы в современных морских и аллювиально-морских отложениях, образующих зону северо-западного простирания на левобережье дельты и аномалию на островах в черте Архангельска. Примерно такие же значения ^{232}Th - до 28 Бк/кг отмечаются в лужских слоях ледниковых толщ, где на площади развития холмисто-моренного рельефа количество обломочного материала резко

возрастает до 60-70 %, причем, появляется большое количество валунов, часто образующих «валунные мостовые».

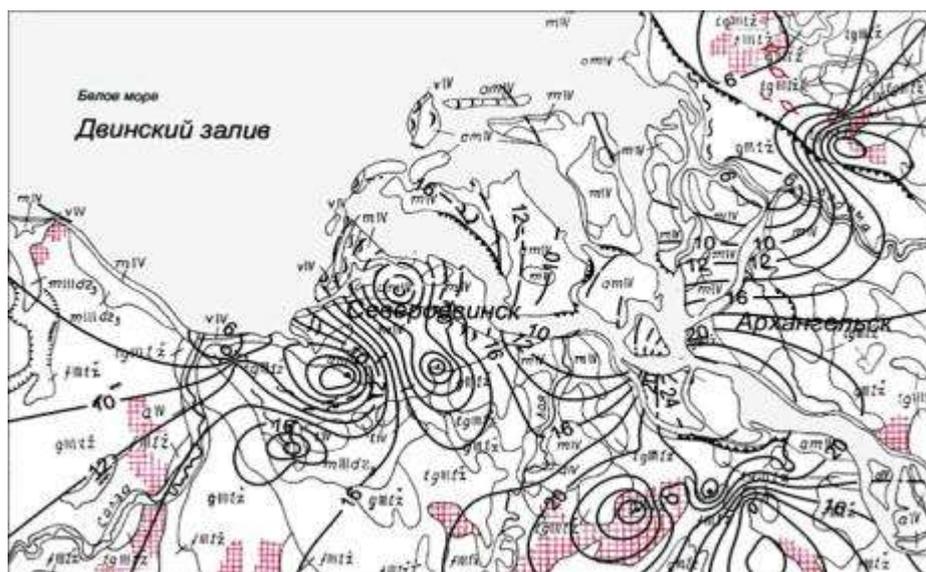


Рисунок 4. Распределение содержания ^{232}Th в почвообразующей горной породе, Бк/кг

Из всех естественных источников радиации ^{222}Rn вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада (нестабильные изотопы свинца, висмута, полония, таллия) оказывает наиболее весомое негативное воздействие на здоровье человека. Аномальные концентрации ^{222}Rn (3016 Бк/м^3) обнаружены в почвенном воздухе почв АПА в районе пос. Рикасиха.

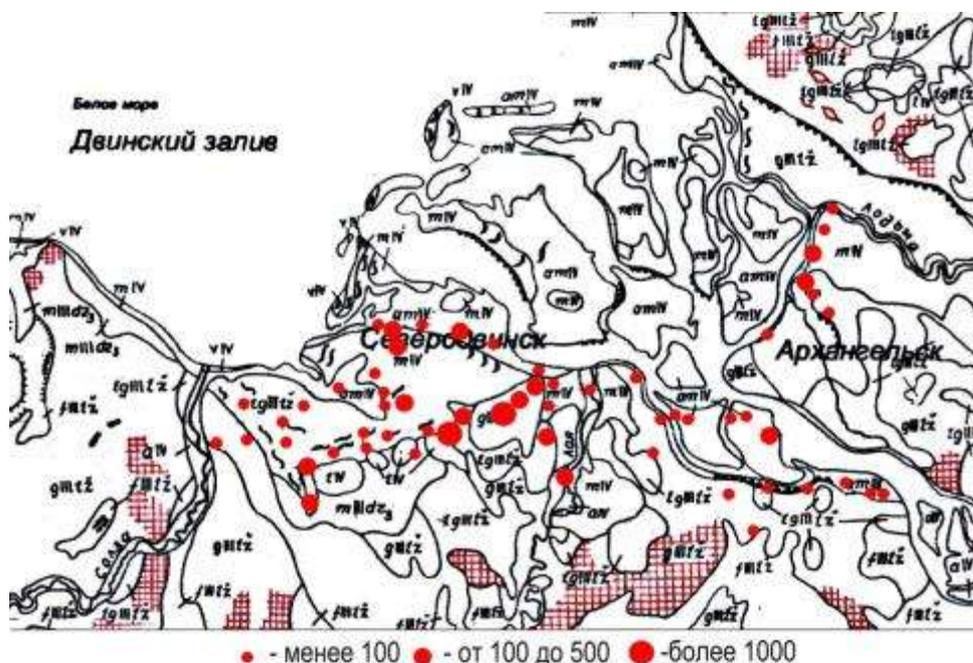


Рисунок.5 Распределение содержания ^{222}Rn в воздухе почв, Бк/л

Полученные данные по естественной и техногенной радиоактивности ниже ПДК не представляют опасности для населения Архангельской промышленной агломерации.

ПРОЦЕССЫ ДИАГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФАТРЕДУКЦИИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕР РОТКОВЕЦКОЙ ГРУППЫ

Н.М. Кокрятская, К.В. Титова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Сера, являясь весьма реакционноспособным элементом, в зависимости от условий среды может образовывать соединения в разных степенях окисления и, поэтому, наряду с железом и марганцем, может считаться своеобразным индикатором окислительно-восстановительных процессов, протекающих в водных экосистемах. Сероводород, образующийся в результате сульфатредукции, трансформируется в донных отложениях в ряд различных по устойчивости соединений восстановленной серы, в виде которых сера накапливается в осадках и выводится из глобального кругооборота. Присутствие же в водной среде свободного H_2S – соединения крайне токсичного, не только губительно для гидробионтов, но вследствие его эмиссии в атмосферу может представлять угрозу здоровью населения прилегающих территорий.

Целью выполненных исследований являлось получение данных о протекании в донных осадках (ДО) малых озер Ротковецкой группы (Белого и Святого) процессов восстановительного диагенеза.

Отбор проб донных отложений выполнен во время экспедиционных работ в марте и июле 2007- 2009 годов. Схема отбора проб приведена на рисунке 1.

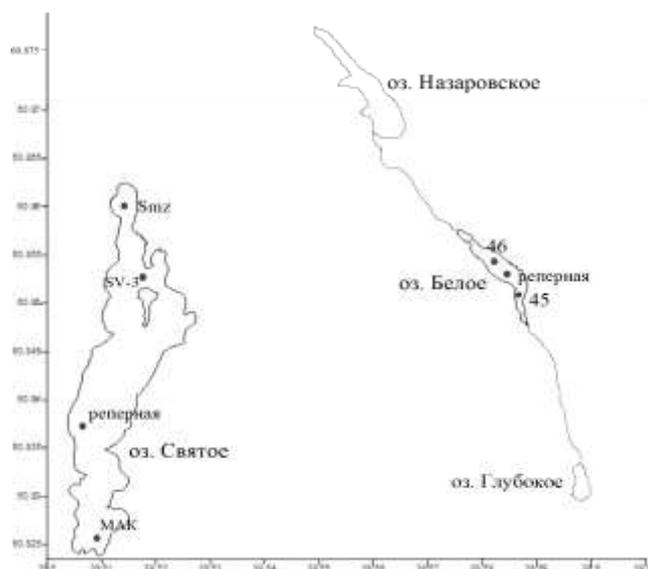


Рисунок 1. Схема отбора проб донных отложений в 2007-2009 гг.

Пробы осадков отбирали грунтовой трубкой послойно с шагом 5 см, затаривали в полиэтиленовые пакеты, из которых максимально полно отжимался воздух.

Для определения форм серы в ДО использовали методику систематического фазового анализа, разработанную в Институте океанологии РАН им. П.П.Ширшова.

Поскольку трансформация серы в биогеохимических процессах ее глобального цикла тесно связана с циклами углерода и железа, были выполнены исследования по определению в осадках форм реакционноспособного железа, принимающего участие в диагенетических процессах, и накоплению органического вещества.

Общий и органического углерод и азот определяли на C,H,N-анализаторе фирмы «Хьюлетт Паккард» методом сухого сжигания с последующим газохроматографическим разделением продуктов пиролиза на колонке с порпаком Q и определением на детекторе по теплопроводности.

Определение реакционноспособных форм железа проводили после извлечения их из осадка 3,5 N серной кислотой. Fe(II) определяли в аликвоте раствора титрованием $K_2Cr_2O_7$; Fe(III) – из другой аликвоты, титрованием $Na_2S_2O_3$ йода, выделившегося после обработки KI. Содержание сульфидного железа рассчитывали по данным для сульфидной серы по формуле FeS. Пиритное железо – по содержанию пиритной серы. Содержание реакционноспособного железа ($Fe_{реакц}$) получали в результате сложения выше перечисленных форм: $Fe_{реакц} = Fe(II) + Fe(III) + Fe_{сульфид} + Fe_{пирит}$.

Донные отложения, отобранные для исследований, представляли собой сильнообводненные илы с влажностью 80-90%. При переходе к нижним горизонтам колонок осадки заметно уплотняются – содержание влаги уменьшается в среднем на 10-20 %.

Содержание органического вещества (ОВ), выраженное через $C_{орг}$, для всех исследованных осадков составляло в среднем 10,63 % (здесь и далее в расчете на сухой осадок). Доля органической составляющей в общем содержании углерода не опускалась ниже 80-90 %. В целом, содержание $C_{орг}$ в исследованных озерах сопоставимо и составляет 11,77 % (8,58 – 14,3 %) и 9,82 % (8,28 – 11,43 %) для озера Белое и Святое соответственно.

Относительно невысокие значения отношения $C_{орг}/N_{орг}$ (преимущественно от 9 до 13) для поверхностных горизонтов (0-10 см) исследованных осадков озер позволяют говорить о преобладающей роли в составе ОВ, поступающих в процессе седиментации в донные осадки, автохтонного органического детрита. По мере погружения в осадок озера Святое по всей его акватории величина этого отношения практически не меняется, составляя 10,92 в верхних слоях осадков и 11,13 в их толще, в то время как в озере Белом она возрастает, по крайней мере, в два раза, изменяясь от 9,3 до 18,0. Все это свидетельствует о том, что в осадках оз. Белое деструкция ОВ и/или его расход на восстановительные процессы протекают значительно активнее, чем в озере Святом.

Железо – значимый компонентом минеральной части исследованных ДО. Общее содержание реакционноспособного железа в исследованных осадках довольно однородно и изменяется в интервале 0,79 – 2,83 % (в среднем 2,08%), в том числе для озера Белое 0,70 – 2,30 % (1,81 %) и несколько выше для озера Святое 1,77 – 2,90 % (2,83 %). Распределение $Fe_{реакц}$ в толще осадков представлено на рис. 2. Для озера Святое можно отметить при близости содержания $Fe_{реакц}$ в осадках всех мелководных станций (1,67 – 2,64 %) тенденцию к его концентрированию на глубоководном участке озера -3,29 – 3,63 %.

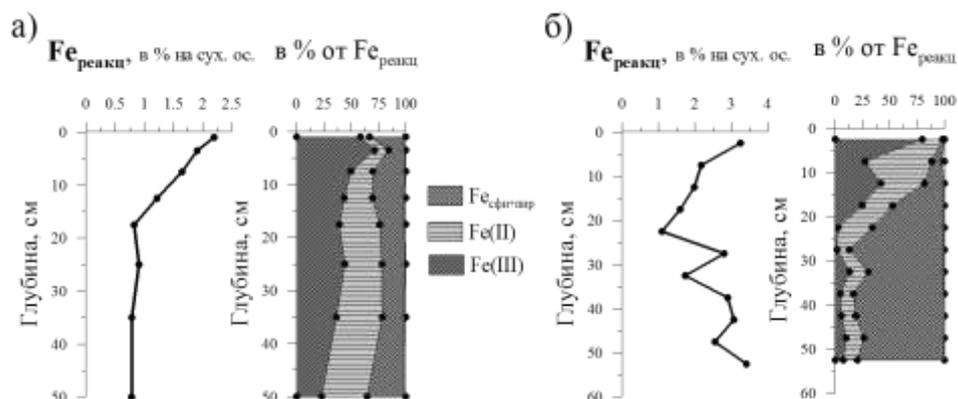


Рисунок 2. Распределение $Fe_{реакц}$ и его форм в его составе в донных осадках а) реперной станции озера Белое и б) станции «SV-3» озера Святое

Общее количество серы в донных отложениях, отобранных для исследований, изменялось в интервале от 0,02 до 5,20 %. В общем содержании серы в среднем не менее 70 % ее количества приходилось на долю восстановленных форм (ΣS_{H_2S}).

В осадках также всегда присутствует некоторое количество сульфатов ($S_{сфа}$), не израсходованных в процессе сульфатредукции. Количество $S_{сфа}$ в исследованных донных осадках составляло для озера Белого 0,397 и 0,184 % для оз. Святое

Количество восстановленной серы в осадках исследованных озер изменяется в интервале 0,318 – 2,21 % в расчете на сухое вещество, составляя в среднем 1,41 %. Наиболее высокие величины ΣS_{H_2S} характерны для озера Белое – в среднем 2,03 %. В поверхностных горизонтах этого озера найдено максимальное для исследованных

Основной формой восстановленной серы по всей вертикали осадков исследованных озер является органическая, которая, как известно, входит в состав гуминовых и битумных соединений. Доля ее в составе ΣS_{H_2S} составляла в среднем 64 % или в абсолютных концентрациях 0,758 %.

Моносulfидная сера, образующаяся при взаимодействии сероводорода с Fe(II), присутствует во всех исследованных осадках. Количество её не велико – 0,014% (0,004 – 0,015%) или 2,6 % от ΣS_{H_2S} . Содержание сульфидов максимально в илистых поверхностных осадках озера Белое 0,172 %, однако при этом вклад S^{2-} в ΣS_{H_2S} составляет

8,8 %. Наибольший их вклад в распределении форм в поверхностных осадках глубоководной станции озера Святое – 20,8% от ΣS_{H_2S} (рис. 3б). Содержание пиритной серы изменялось в интервале 0,040 – 0,412 %, составляя в среднем для двух исследованных озер 0,611% (30,3 % от ΣS_{H_2S}). В некоторых случаях пиритная сера доминировала в осадках, составляя более 90 % от суммы форм (рис. 3а), что позволяет говорить о достаточно развитом в них процессе сульфатредукции.

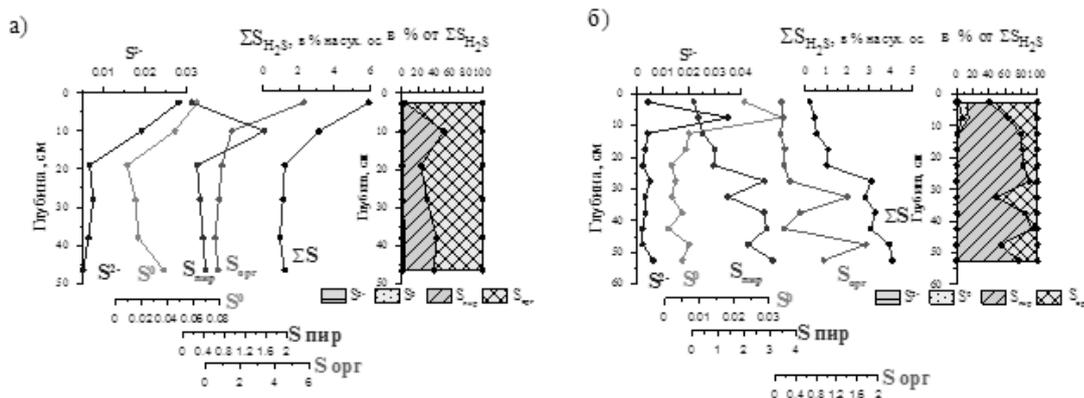


Рисунок 3. Распределение форм восстановленной серы и их соотношение в составе ΣS_{H_2S} в донных осадках (а) реперной станции озера Белого и станции SV-3 озера Святое (б)

Элементарная сера образуется, как известно, только при окислении сероводорода (сульфидов) кислородом наддонной воды или при их взаимодействии с Fe(III). Таким образом, она может служить своеобразным маркером присутствия в водной среде сероводорода. В процессах диагенеза элементарная сера принимает участие в образовании пирита и органической серы. Среднее содержание элементарной серы в исследованных осадках озер составляло 0,023 %. Вклад её в формирование величины ΣS_{H_2S} не велик (в среднем 3,1%) и не превышает 10-13 % от суммы форм (рис. 3).

В верхних горизонтах осадков отмечена также и наиболее высокая численность сульфатредуцирующих бактерий и интенсивность сульфатредукции.

Таким образом, установлено, что в донных осадках исследованных озер Ротковецкой системы достаточно активно протекают как окислительные, так и восстановительные процессы, что находит отражение в перераспределении форм серы и железа. Сочетание достаточно высокого уровня накопления в донных отложениях органического вещества и постоянно присутствующих в водах сульфатов благоприятно для активизации процесса микробиологической редукции сульфатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-север № 11-05-98802 и Проекта УрО РАН № 12-У-5-1014.

ШМЕЛИ (HYMENOPTERA, APIDAE, *BOMBUS* SPP.) В НЕКОТОРЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ОСТРОВОВ КУНАШИРА И ЮГА САХАЛИНА

Ю.С. Колосова, Г.С. Потапов, И.Н. Болотов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Изучение состава и структуры островных сообществ – одно из важных направлений экологии [1, 2]. Островные таксоцены шмелей отличаются целым рядом специфических особенностей. Информация по структуре населения шмелей на островах России немногочисленна. Цель настоящего исследования заключалась в анализе структуры и видового разнообразия таксоценов шмелей в некоторых типах экосистем Кунашира и юга Сахалина. Опубликованные сведения по этому вопросу отсутствуют, хотя фауна шмелей островов Дальнего Востока России изучена достаточно полно [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Сбор шмелей осуществляли в июле 2011 года в пяти типах местообитаний на островах Кунашир и Сахалин (табл. 1).

Таблица 1

Код и характеристика исследованных местообитаний

Код	Район	Координаты	Местообитание	Основные кормовые растения
I	Сахалин (юг)	46°46'32.8"N 142°26'26.8"E	Разнотравные ивняки и клеверно-разнотравные луга в долине р. Лютога	<i>Trifolium pratense</i> L., <i>T. repens</i> L., <i>Rosa rugosa</i> Thunb., <i>Hieracium aurantiacum</i> L.
II	Кунашир (юг)	43°44'00.0"N 145°29'34.2"E	Фитоценоз курильского бамбука с участием клеверов, погрemekов и чины вблизи пос. Головинно	<i>Trifolium pratense</i> L., <i>T. repens</i> L., <i>Lathyrus japonicus</i> Willd., <i>Geranium erianthum</i> DC., <i>Rhinanthus minor</i> L., <i>Aruncus dioicus</i> (Walt.) Fern.
III	Кунашир (юг)	43°45'04.0"N 145°28'12.8"E	Злаково-разнотравный луг в долине р. Сенная	<i>Trifolium pratense</i> L., <i>T. repens</i> L., <i>Rhinanthus minor</i> L.
IV	Кунашир (центр)	44°03'11.8"N 145°44'39.8"E	Злаково-разнотравные луга вблизи оз. Алигер на морском побережье с шиповником <i>Rosa rugosa</i>	<i>Trifolium pratense</i> L., <i>T. repens</i> L., <i>Rhinanthus minor</i> L., <i>Rosa rugosa</i> Thunb.
V	Кунашир (север)	44°29'08.3"N 146°05'52.8"E	Хвойно-широколиственные леса и крупнотравные луга в районе термальных источников Нескученской группы у подножия вулкана Руруй	<i>Ligularia hodgsonii</i> Hook. fil.

Определение видов шмелей и математическую обработку проводили по определителям и стандартным методикам [3, 4, 6, 9, 10, 11, 12].

В результате исследований установлено, что изученные таксоцены шмелей очень бедны по видовому составу и насчитывают от 5 до 8 видов (табл. 2). При этом фауна шмелей Сахалина достаточно богата и насчитывает 20 видов [8], на Кунашире зарегистрировано 9 видов [6, 7]. Обедненный видовой состав энтомофауны Курильских островов обусловлен региональными палеогеографическими условиями [5].

Таблица 2

Относительное обилие (%) и показатели разнообразия видов и шмелей (*Bombus* spp.) в выборках из экосистем Кунашира и юга Сахалина

Виды	Местообитания*				
	I	II	III	IV	V
<i>B. (Megabombus) diversus</i> Smith, 1869	2.0	12.3	5.3	2.1	2.6
<i>B. (Mg.) yezoensis</i> Matsumura, 1932	-	-	-	-	3.0
<i>B. (Mg.) consobrinus</i> Dahlbom, 1832	4.6	-	-	-	-
<i>B. (Thoracobombus) schrencki</i> Morawitz, 1881	23.2	14.9	7.6	15.7	1.3
<i>B. (Th.) pseudobaicalensis</i> Vogt, 1911	2.0	50.9	9.8	15.0	-
<i>B. (Psithyrus) bohemicus</i> Seidl, 1837	1.3	-	-	-	-
<i>B. (Pyrobombus) hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	44.4	14.0	72.0	49.3	64.1
<i>B. (Pr.) beaticola</i> (Tkalců, 1968)	-	0.9	-	-	3.3
<i>B. (Bombus) florilegus</i> Panfilov, 1956	-	7.0	3.0	-	-
<i>B. (Bo.) lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	5.3	-	-	-	-
<i>B. (Bo.) hypocrita</i> Perez, 1905	17.2	-	2.3	17.9	25.7
Всего, %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Объем выборки, экз.	151	114	132	140	304
Число видов	8	6	6	5	6
Индекс Шеннона-Уивера, нит	1.51	1.39	1.01	1.31	1.00
Индекс Бергера-Паркера, %	44	51	72	49	64

* - обозначения и описание местообитаний см. в табл. 1.

Самая специфичная по структуре группировка шмелей выявлена на Кунашире в местообитании II. Здесь наиболее многочислен *B. pseudobaicalensis*, в то время как во всех остальных экосистемах по обилию преобладает *B. hypnorum*. В отдельных биотопах также отмечается относительно высокое обилие *B. diversus* (II), *B. schrencki* (I, II, IV) и *B. hypocrita* (I, IV, V). К малочисленным видам можно отнести *B. yezoensis*, *B. beaticola*, *B. florilegus* и *B. bohemicus*.

Все изученные группировки характеризуются очень низким видовым богатством шмелей. При этом уровень видового богатства шмелей сходен для 4-х экосистем Кунашира, а на Сахалине он оказался несколько выше. Индекс Шеннона-Уивера во всех случаях достаточно низкий. Доля наиболее обильного вида (индекс Бергера-Паркера) 44–72 %, что свидетельствует о наличии в составе таксоценов видов-супердоминантов (*B. hypnorum* и *B. pseudobaicalensis*). По своей структуре и показателям видового разнообразия изученные таксоцены шмелей близки к таковым на Соловецких островах, которые расположены гораздо севернее [13]. Более того, они сопоставимы с таксоценом шмелей арктического острова [14]. Несмотря на различия островов по площади, набору ландшафтов и зональной приуроченности, островные таксоцены шмелей обладают целым рядом сходных структурных особенностей: малый видовой состав, низкое видовое разнообразие и резкое преобладание по обилию отдельных видов. Эти черты свойственны островным таксоценом многих систематических групп животных и растений, что позволяет рассматривать острова как один из вариантов экстремальной природной среды, где четко прослеживаются различные варианты компенсационных явлений [1, 2].

Для острова Кунашир характерно множество локальных участков, зачастую расположенных близко друг к другу, в пределах нескольких километров, с местными микроклиматическими условиями, имеющими большое значение для формирования фито- и зооценозов [5]. Так, в выборке *B. hypnorum* объемом 195 экз., сделанной в местообитании V, 172 экз. (88 %) приходится на самцов. В районе термальной площадки Столбовских источников в южной части Кунашира в сборе из 62 экз. *B. hypnorum* на самцов пришлось 47 экз. (76 %). В других участках острова Кунашир вне гидротерм был зарегистрирован только один самец *B. hypnorum* (0,3 % выборки из 386 экз.), а у остальных видов шмелей – ни одной генеративной особи нового поколения. В июле в семьях шмелей на Кунашире как раз и должны преобладать рабочие особи. Видимо, на исследованных термальных источниках некоторые гнезда *B. hypnorum* расположены непосредственно в зонах геотермального подогрева. В таких гнездах развитие семей протекает быстрее, и наблюдается более раннее появление генеративных особей нового поколения. Известно, что виды подрода *Pyrobombus*, к которому относится и *B. hypnorum*, отличаются быстрым развитием семей и относительно коротким жизненным циклом по сравнению с видами шмелей других подродов. Между тем, на юге Сахалина в середине июля в выборке *B. hypnorum* объемом 67 экз. было 13 самцов (19 %), что объясняется более теплым климатом: средняя температура июля 15,4 °С в Южно-Сахалинске и 12,1 °С в Южно-Курильске.

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента России МД-4164.2011.5, РФФИ № 10-04-00897, 11-04-98817, УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, ФЦП «Кадры» и государственной ведомственной программы «Темплан вузов» № 546152011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернов Ю.И. О путях и источниках формирования фауны малых островов Океании // Журнал общей биологии. 1982. Т. 43. № 1. С. 35–47.
2. Чернов Ю.И. Экология и биогеография. Избранные работы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 580 с.
3. Sakagami S.F. Ueber einige Hummelarten von Hokkaido und Kurilen Inseln (Systematische Studien der Hummeln. V) // Kontyû. 1954. № 21. P. 84–92.
4. Sakagami S.F. Some bumblebees from Korea with remarks on the Japanese fauna (Hymenoptera, Apidae) // Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici. 1975. Tomus 67. P. 293–316.
5. Криволицкая Г.О. Энтомофауна Курильских островов. Основные черты и происхождение. Л.: Наука, 1973. 315 с.
6. Ito M., Sakagami S. F. The bumblebees fauna of the Kurile Islands (Hymenoptera: Apidae) // Low Temperature Science. 1980. Ser. B 38. P. 23–51.

7. Lelej A.S., Kupianskaya A.N. The bumble-bees (Hymenoptera, Apidae, Bombinae) of the Kuril Islands // Far Eastern Entomologist. 2000. № 95. P. 1–17.
8. Прощалыкин М.Ю., Лелей А.С., Купьянская А.Н. Фауна пчел (Hymenoptera, Apoidea) острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин (Материалы Международного сахалинского проекта). Ч. 1. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 154–192.
9. Купьянская А.Н. Семейство Apidae // Определитель насекомых Дальнего Востока России. СПб.: Наука, 1995. Т. 4. Ч. 1. С. 551–580.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 182 с.
11. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
12. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Издат. центр “Академия”, 2004. 416 с.
13. Болотов И.Н., Подболоцкая М.В. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) Европейского Севера России: Соловецкие острова // Вестник Поморского университета. Серия естественные и точные науки. 2003. № 1 (3). С. 74–87.
14. Колосова Ю.С., Потапов Г.С. Шмели (Hymenoptera, Apidae) лесотундры и тундры на северо-востоке Европы // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 8. С. 959–965.

СКАНСЕНЫ КАК ПРИМЕР РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Н.А. Кондратов

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

В апреле 1998 г. в Стокгольме, Швеция, была определена культурная политика стран в рамках концепции «Устойчивого развития» (провозглашена по инициативе Норвегии в 1992 г. на Конференции ООН по проблемам окружающей среды в Рио-де-Жанейро, Бразилия). «Устойчивое развитие», не основанное на культуре, бездуховно и не может быть устойчивым. Культурное и природное наследие – духовный, культурный, экономический и социальный капитал невозместимой ценности. Культурное наследие и его материальная составляющая — памятники архитектуры — является неотъемлемой частью экосистемы Земли, информационным ресурсом интеллектуального потенциала планеты, мастерства и опыта предшествующих поколений, который необходимо сохранить и преумножить. В то же время в последние годы культовые и гражданские памятники истории и культуры, природные и природно-антропогенные ландшафты все больше становятся жертвами военной и экологической агрессии, индустриализации, урбанизации, транспортного строительства, воздействия других антропогенных и естественных природных факторов. Как правило, утрата культурных ценностей оказывается невозможной. [1]

Норвегия, Финляндия и Швеция – примеры высокоразвитых стран мира, постоянные лидеры мировых научных, образовательных, промышленных, экологических рейтингов, Индекса качества (уровня) жизни населения (ИЧР) ООН. Важная причина такого положения – умелое использование выгод географического положения, грамотное распоряжение природными ресурсами и высококвалифицированными трудовыми ресурсами, исполнение государственных обязательств, принятых в рамках перехода экономических систем указанных стран на рельсы устойчивого и инновационного развития. Все страны североевропейского субрегиона характеризуются сходными с субъектами Европейского Севера России предпосылками, перспективами и проблемами развития природопользования, обнаруживают значительное родство в наборе экологических проблем, в подходах, намечаемых с целью их решения. Опыт рекреационного хозяйствования, организация, учет и мониторинг объектов природного и культурного наследия на Севере зарубежной Европы выступает залогом поступательного развития этих государств, нацеливает на перенятие успешного опыта. Особенно актуально это в современных условиях перехода России к новым формам собственности, что обостряет проблему сохранения культурных ценностей, созданных предшествующими поколениями.

Скансены представляют собой уникальный пример природопользования. Родоначальником такой формы использования и охраны природного и культурного наследия, пионерами разработки государственных подходов сохранения традиционной культуры стали страны Северной Европы. В Скандинавии и Финляндии сильно историческое самосознание народов, в этих странах создано большое количество обществ по охране исторических памятников.

На рубеже XIX-XX вв. в Швеции, Норвегии, Дании и Финляндии энтузиасты открывали музеи крестьянского быта. Первым из них считается «Skansen» (шв., «укрепление»), созданный на острове Юргорден, в одном из живописнейших мест шведской столицы, Артуром Хазелиусом 11 октября 1891 года. Ныне термин «скансен», по сути, стал нарицательным, обозначающим открытые музеи, музеи под открытым небом, экомuzeи. Благодаря созданию Стокгольмского музея началось развитие особого направления в музейной науке и практике - скансенологии. В 1970-е гг. экомuzeи получили распространение в зарубежной Европе, Северной Америке, Австралии, Японии, Индонезии, Индии, некоторых африканских странах.

Стокгольмский «Skansen» – Швеция в миниатюре. А. Хазелиус рассматривал его экспозицию как коллекцию «живых картин». Целью скансена является не просто коллекционирование старинных предметов быта, но пробуждение патриотических чувств.

Поэтому подобные музеи выступают важным фактором развития национального самосознания. Неслучайно А. Хазелиус написал при входе в Скансен: «Познай самого себя». Здесь представлены свыше 150 народно-хозяйственных комплексов (функционирующие кузница, мастерская стеклодува и пекарня) из различных частей Швеции, имеется зоологический сад, аквариум, созданы искусственные водоемы, структурно выделена парковая и развлекательная зоны, зона продажи сувениров и общественного питания.

К первой попытке создания скансенов на территории РСФСР можно отнести экспонирование в Москве в 1923 г. крестьянских построек губерний европейской части РСФСР с сохранением внешнего вида, интерьеров и предметов хозяйственного и бытового обихода. Формирование сети музеев под открытым небом на территории СССР началось в 1950-е гг., большинство из них были созданы в 1960-1970-е гг. Первым стал музей-заповедник «Кижы» на одноименном острове на Онежском озере в Республике Карелия, затем в Вологде, Иркутске, Костроме, Нижнем Новгороде, Новгороде, Суздале, Тюменской области. Процесс строительства музеев этого типа на территории Российской Федерации продолжался до 1990-х гг. XX вв.

Структура большинства современных отечественных скансенов организована по принципу моделирования этнокультурного, архитектурно-строительного, историко-экономического районирования экспонируемых регионов. При такой структуре музей представляет собой воспроизведение фрагментов исторических планировок в отдельных секторах, в целом демонстрирующем модели поселений в различных национальных вариантах. Важным элементом экспозиции являются интерьеры, насыщенные типичными предметами быта населения. Ныне принцип составления экспозиции подобных музеев трансформировался от монотематического – историко-архитектурного к комплексному – архитектурно-этнографическому и, наконец, к демонстрации народной культуры в целом в проектах историко-культурного профиля. [2]

Русский Север считают сокровищницей памятников деревянного зодчества. На его обширной территории, более чем где-либо, сохранились произведения деревянного зодчества и народного искусства, представляющие большую ценность. Их охрана связана с немалыми трудностями, многие памятники расположены в безлюдных, труднодоступных местах. Расположенные в городской черте или в непосредственной близости от городов, музеи под открытым небом испытывают возрастающую нагрузку от ведущейся неподалеку хозяйственной деятельности. Для успешного функционирования скансенов актуальным представляется разработка и внедрение программ экологического

мониторинга, в которой было бы учтено единство природного и культурно-исторического компонентов музея. [3]

Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры Архангельской области «Архангельский государственный музей деревянного зодчества и народного искусства «Малые Корелы» - один из самых больших по площади и по количеству памятников музей под открытым небом в России. Музей является членом Европейской ассоциации музеев под открытым небом. В 1996 г. Указом Президента РФ «Малые Корелы» включены в Свод особо ценных объектов культурного наследия народов РФ. Современная площадь музея - 140 га. Генпланом предусмотрено деление территории музея на четыре сектора: Каргопольско – Онежский, Двинской, Мезенский и Пинежский. Ландшафтно-архитектурную экспозицию формируют свыше сотни памятников деревянного зодчества и народного искусства — церкви, часовни, колокольни, крестьянские усадьбы, мельницы, амбары, построенные в XVI — начале XX вв. собранные во всех районах Архангельской области. Другую специфическую черту архитектурно-этнографической коллекции «Малых Корел» образует собрание из почти 26 тысяч музейных предметов традиционной культуры, обихода и быта населения Русского Севера. [4]

Скансены являются феноменами современной культуры. Они выступают эффективным средством трансляции национальной историко-культурной специфики, традиционного уклада того или иного этноса. Музеи под открытым небом служат формой организации, хранения и презентации памяти в материальном (памятники архитектуры и этнографии, музейные коллекции, воссозданный культурный и природный ландшафт) и нематериальном проявлениях (фольклорные праздники, этнографический театр, восстановление традиционных обрядов и их демонстрация, показ народных ремесел). Скансены отражают государственную идентичность, укрепляют связь поколений, формируют положительный образ государства, поддерживают туристический спрос, являются звеном традиционного и рекреационного природопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Востряков Л.Е. О некоторых проблемах историко-архитектурных и природных музеев-заповедников // Рациональное природопользование и воспитание в музеях, 1989 г. – с. 136
2. Кулешова М.Е. Формы охраны историко-культурного и природного наследия в аспекте территориального управления // Экология человека: будущее культуры и науки Севера, 1995 г.

3. Культурное и природное наследие Европейского Севера: сборник / сост.: П.С. Журавлев и др.; отв. Ред.: Н.М. Терехихин, Е.Ф. Шатковская; Поморский гос. университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск: Пом. университет, 2009 г.
4. Музей под открытым небом в современных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции (Архангельск, 14-20 июня 1993 года) / Под ред. Л.А. Бострем, И.Б. Пуришева, А.Б. Пермиловской. – Архангельск: Издательство «Правда Севера», 1995. – с. 17-45

ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ НИЗКОПОРИСТЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Н.Г. Костин

Институт экологических проблем севера УрО РАН, г.Архангельск

При современном высоком уровне потребления углеводородов происходит интенсивное истощение месторождений с коллекторами, характеризующимися улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами. При отсутствии восполнения запасов с соответствующим уровнем геологоразведочных работ увеличивается общая доля месторождений, представленных карбонатными коллекторами сложного строения. Большое количество запасов нефти находится в низкопористых карбонатных породах, значение пористости в которых менее 6%. Такие коллектора требуют разработки новых подходов в выделении, изучении и оценке свойств.

Проницаемость горных пород с пористостью < 7% обеспечивается только трещинами, но не другими видами пустот. Нижний предел пористости коллекторов трещиноватых пород равен нулю. Исходя из этого, важной задачей является выделение интервалов трещиноватости и отдельных трещин в общем объеме нефтесодержащей породы. Интерес представляют открытые трещины, т.е. трещины самых поздних генераций, которые отображают современное поле тектонических напряжений. Открытые трещины придают промышленное значение низкопористым коллекторам. Открытыми являются почти всегда только субвертикальные трещины [1].

Наличие открытых трещин определяют с помощью различных методов, чувствительных к трещиноватости, на основе изменений в распределении физических свойств пород.

В настоящее время комплекс геофизических исследований скважин (ГИС) является основным источником информации о параметрах трещиноватости пород.

Выделение низкопористых коллекторов по данным ГИС требует комплексного подхода, включающего совместный анализ данных стандартного комплекса ГИС и

специальных методов ГИС, а также другие методы исследований, применяющихся с комплексом ГИС дополняя его.

К стандартному комплексу можно отнести радиоактивный каротаж (РК), боковой каротаж (БК), профилометрию, акустический каротаж (АК), гамма-гамма каротаж плотностной (ГГК-П). К специальным методам ГИС можно отнести гамма-гамма каротаж литоплотностной (ГГК-ЛП), гидродинамический каротаж (ГДК), волновой акустический каротаж (ВАК), волновой акустический каротаж дипольный (ВАК-Д), микроэлектромагнитное сканирование (FMI - Formation Micro Imager), микрокондуктивный имиджер (МСИ), акустический каротаж по приточным зонам (АКПЗ), скважинный акустический телевизор (САТ), скважинный акустический сканер (САС), акустический сканер компании Schlumberger - SonicScanner, боковой каротаж сканирующий (БК-С).

Также для выделения и оценки низкопористых коллекторов, совместно с комплексом ГИС применяются специальные исследования керна, гидродинамические исследования, анализ процесса бурения, текущего состояния разработки, поляризационный метод непродольного вертикального сейсмического профилирования (ПМ НВСП).

Специальные методы для выделения низкопористых коллекторов [2] подразделяются на пять основных групп:

1. Акустические (АКПЗ, САТ / UBI, ВАК, ВАК-Д, САС, SonicScanner);
2. Электрические (БК-С, FMI, МСИ);
3. Гидродинамические (методы установившейся и не установившейся фильтрации, гидродинамический каротаж - ГДК, MDT);
4. Дополнительные методы (ПМ НВСП, ГГК-П и ГГК-ЛП).

Наиболее чувствительными к изменениям в структуре пустотного пространства являются электрические методы.

Метод FMI позволяет различать на развертках ствола следы макротрещин с низкой раскрытостью (менее 1000 мкм), не различаемые акустическими методами. Метод позволяет в первом приближении определять расстояние между сверхтонкими деформируемыми макротрещинами и их густоту. Кроме этого по методу FMI определяются углы наклона трещин, азимуты их падения и простирания. Метод относят к наиболее эффективному благодаря возможности экспресс-интерпретации и определению основных элементов залегания пластов в режиме реального времени непосредственно на скважине.

Метод МСІ осуществляет электрическое сканирование стенки скважины и позволяет вычислить ориентацию пластов и трещин. Метод позволяет с разрешением 5 мм по глубине выделять пласты, тонкие пропластки, крупные каверны и макротрещины. По значениям среднего электрического сопротивления горных пород оценивается пористость породы, а по сопоставлению пористости с коэффициентом пористости, определённым по комплексу ГИС оценивается интенсивность трещиноватости, включая микротрещиноватость. МСІ по эффективности близок к микроэлектромагнитному сканированию (FMI). Определяется ориентация пластов и трещин.

Приборами FMI и связанными с ними методами располагает только фирма Schlumberger, что ограничивает их применение.

Метод БКС при обработке данных позволяет определить ориентацию пластов. Является в настоящее время наиболее доступным из электрических методов.

Применение прибора SonicScanner (разработка компании Schlumberger) позволяет получить информацию о трещиноватости и кавернозности, различать на развертках ствола скважин следы закарстованных субвертикальных макротрещин раскрытостью до 1000 мкм. Акустический сканер применяется в комплексе с FMI.

Наиболее доступным из акустических методов является ВАК. При его помощи выделяются трещиноватые зоны по методике интерпретации Л.В. Будыко. Развитие других методик интерпретации затруднено из-за отсутствия приборов, обладающих достаточной точностью регистрации. Отсутствует программное обеспечение для обработки ВАК [3].

Метод ГГК-ЛП эффективен при интерпретации ГИС в сложных по литологическому составу породах. Позволяет определять пористость с учетом литологического состава и оценивать интенсивность трещиноватости по комплексу ГИС.

Применение индикаторов успешно проводилось в различных регионах России. Быстрораспадающиеся радиоактивные изотопы закачиваются в пласт, в результате чего интервалы коллекторов выделяют методом ГК независимо от природы их радиоактивности. Также применяются соли бора, когда выделение пласта идентифицируется нейтронными методами (Шершневское меторождение).

При лабораторных исследованиях по методу Багринцевой [4] из кернового материала изготавливаются кубики правильной формы с гранью в 5 см, они насыщаются люминесцирующей жидкостью, после чего оценивается микротрещиноватость породы. Также изучаются шлифы под микроскопом, полученные из горной породы. Лабораторное изучение микротрещин является эффективным при условии бурения с выносом керна более 95%. Микротрещиноватость также вероятно оценить по сопоставлению

фильтрационно-емкостных свойств, по завышению коэффициента проницаемости в породе с неизменной емкостной составляющей. Макротрещиноватость только по образцам керна оценить невозможно, но их можно использовать совместно с другими методами.

Геолого-технологические исследования в процессе бурения скважин позволяют выявить интервалы макротрещин по поглощениям бурового раствора или нефтеводопроявлениям. Методы гидродинамических исследований скважин имеют возможность устанавливать трещинный тип коллектора при интерпретации данных индикаторных диаграмм или кривых восстановления давления при испытаниях пластов.

Для выделения и оценки низкопористых карбонатных коллекторов необходим совместный анализ комплекса ГИС, данных изучения керна, гидродинамических, геолого-технологических исследований. Использование только одного из методов или группы методов не позволяет решить широкий спектр задач для определения параметров, в дальнейшем используемых при подсчете запасов, моделировании поведения залежей при разработке.

Акустические и электрические методы требуют развития и создания аналогов ведущих иностранных приборов для последующего самостоятельного получения данных. Также необходима разработка программного обеспечения для интерпретации получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князев А.Р. Выделение интервалов трещиноватости в низкопористых карбонатных породах по стандартному комплексу ГИС // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2005. Вып. 135. С. 55-71.
2. Габнасыров А.В., Попова Н.С., Некрасов А.С. Изучение сложнопостроенных коллекторов фаменско - турнейских отложений Маговского месторождения по данным ГИС // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, № 4, 2012. С. 35-39.
3. Некрасов А.С. Геолого-геофизические исследования карбонатных коллекторов нефтяных месторождений // Пермь: Перм. ун-т, 2006. 422с.
4. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа // М.: РГГУ, 1999. 285 с.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РФ КОСМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ю.Г. Кутинов, З.Б. Чистова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск

Арктический регион до сих пор недоступен для наблюдений спутниками метеорологической группировки на геостационарных орбитах, низкоорбитальные метеорологические спутники не обеспечивают наблюдение с требуемой периодичностью, отечественная система сбора данных о состоянии окружающей среды в Арктике наземными и авиационными средствами практически прекратила свое существование. Положение должно измениться с введением в строй многоцелевой космической системы (МКС) «Арктика», которая позволит решать задачи информационного сопровождения работ по освоению северных территорий РФ с необходимой точностью и оперативностью. МКС «Арктика» предназначена для решения следующих задач: 1) качественного повышения уровня анализа и прогноза погоды, мониторинга климатических изменений и экологической обстановки, контроля гелиогеофизической обстановки в околоземном пространстве; 2) информационного обеспечения судоходных маршрутов и авиаперелётов; 3) мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; 4) информационного обеспечения природно-хозяйственной деятельности по поиску, добыче и переработке полезных ископаемых; 5) обеспечения сбора и ретрансляции информации с наблюдательных платформ наземного, морского и воздушного базирования; 6) обеспечения подвижной и фиксированной связи, приема и передачи цифровой информации. Исходя из перечисленных задач, в структуре МКС «Арктика» выделяются три основные подсистемы: «Арктика-М» - гидрометеорологическая; «Арктика-Р» (радиолокационная съемка) – дистанционного зондирования Земли; «Арктика-МС» – связная (рис. 1). В результате развертывания системы МКС «Арктика» значительно расширятся возможности мониторинга северных регионов РФ.

Дистанционное зондирование Земли из космоса (ДЗЗ) предоставляет уникальную возможность получения данных об объектах и явлениях в глобальном масштабе с высоким пространственным и временным разрешением. Космические съемки Земли дают информацию о физических, химических, биологических, геометрических параметрах объектов наблюдения в различных средах с использованием, как правило, функциональных зависимостей между их излучательной способностью и искомыми

параметрами (рис. 2). Как видно из рисунка, по данным ДЗЗ возможно изучать практически все компоненты окружающей среды

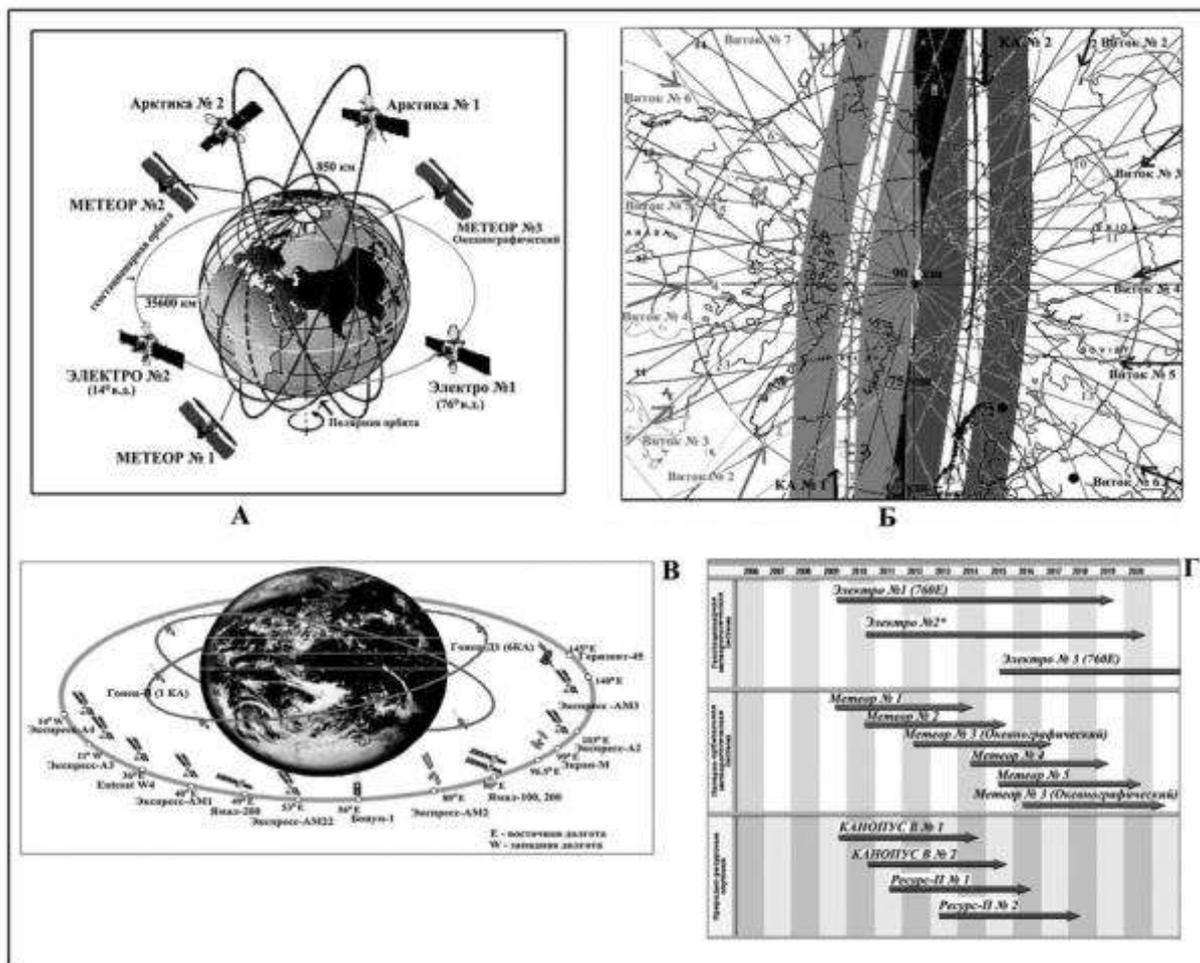


Рисунок 1. Архитектура МКС «Арктика» (по данным ГУ НИЦ «Планета»):

А - российская спутниковая гидрометеорологическая система; Б - условия радиолокационных наблюдений КА «Арктика-Р»; В - орбитальная группировка спутников связи России (на 25.12.2007 г.); Г- перспективные российские спутники наблюдения Земли (Федеральная космическая программа России на 2006-2015 гг.)

С появлением высокоточных космических съемок, как оптико-электронных, так и радарных, мониторинг за состоянием окружающей среды стал возможным не только с высоким разрешением, но и с высокой периодичностью.

территорий на основе аэрокосмических данных; 10) проведение экологической паспортизации; 11) определение расположения объектов инфраструктуры и формирование их кадастров; 12) создание цифровых карт, трехмерных моделей, ГИС различной тематической направленности; 13) мониторинг несанкционированных врезок в магистральные нефте-, - газопроводы; 14) выявление несанкционированной хозяйственной и строительной деятельности; 15) мониторинг мест сжигания попутного газа и контроль функционирования факельных установок; 16) мониторинг горных отвалов; 17) информационное обеспечение долгосрочного планирования и управления деятельностью ГОКов и предприятий нефтегазового комплекса.

Для проведения мониторинга могут использоваться (по [2]): 1) спутники с оптико-электронной аппаратурой сверхвысокого и высокого разрешения (0.4 – 4. 0 м), в т.ч. многоспектральной и гиперспектральной; 2) РЛ-спутники (рис. 1, Б) с РСА высокого (1.0-8.0 м), среднего (12.5-25 м) и низкого (100-600 м) разрешения; 3) спутники магнитной и гравитационной съемок; 4) метеорологические спутники (рис. 1, А); 5) спутниковые навигационные системы; 6) пилотируемые долговременные орбитальные станции; 7) аэровоздушные средства с цифровыми оптическими камерами, сканирующими оптико-электронными устройствами, гиперспектрометрами, тепловизорами, ИК-радиометрами, лидарами, микроволновыми радиометрами, аппаратурой гамма-съемки и др.; 8) средства связи и передачи данных (рис. 1, В); 9) наземные ситуационные и аналитические центры.

Для успешного решения этих задач необходима долгосрочная государственная программа, как продолжение уже формирующейся МКС «Арктика», с активным участием компаний горнодобывающего и нефтегазового комплексов.

Суммируя вышеизложенное, следует отметить, что использование данных с планируемых спутников МКС-Арктика позволит проводить комплексную оценку состояния северных территорий и прилегающих акваторий морей на основе современных оптических и радиолокационных изображений. Для корректного использования космической информации необходимо создание единой сети региональных баз данных априорной и подспутниковой информации.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-Север № 11-04-98802 а

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернявский Г.М. Перспективы космического мониторинга Земли //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли: Физические основы, методы и

технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сб. научн. статей. М.: Полиграф сервис, 2004. С. 39-46.

2. Бондур В. Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса // Исследование Земли из космоса, 2010, № 6. С. 3-17.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА ПО РУКАВАМ В ЛЕТНЮЮ МЕЖЕНЬ

А.А. Лебедев, Л.Р. Лукин

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Изучение гидродинамического режима водного объекта остаётся основной приоритетной задачей и для хозяйственных нужд. Строительство гидротехнических сооружений требует повышенного внимания к изменениям факторов водной среды, таких как температура, минерализация (солёность), растворённый кислород и других. Но все эти факторы в условиях зон смешения вод различного генезиса зависят главным образом от гидродинамического режима.

Устьевая область реки Северная Двина является одним из наиболее интересных объектов для изучения изменения гидрологических характеристик. Наличие сложного гидродинамического режима обуславливает наличие большого разнообразия гидрологических ситуаций в данном районе. Сложность гидродинамического режима устьевой области реки Северная Двина объясняется наличием сразу нескольких факторов, влияющих на него. К ним относятся неправильные полусуточные приливы, сгонно-нагонные явления, сложная геоморфология устья (наличие нескольких рукавов с множеством протоков и островов), присутствие устойчивого ледового покрова (зимой) на всей акватории и наличие такого явления как «маниха».

В основу изучения водного стока в период летней межени в основных рукавах дельты реки Северная Двина положены результаты измерений скорости и направления течений, полученные в июле 2010 года (рисунок 1).

Скорости течений во всех протоках существенно различались как по средним, так и по минимальным и максимальным значениям, что определяется морфологическими параметрами водотоков.

За период наблюдений на всех станциях наблюдалось изменение направления течения на противоположное в зависимости от фазы приливо-отливного цикла. В связи с этим при расчётах за положительное значение расходы воды принято направление стока

воды в море, отрицательные значения описывают противоположное направление течения из моря в реку.

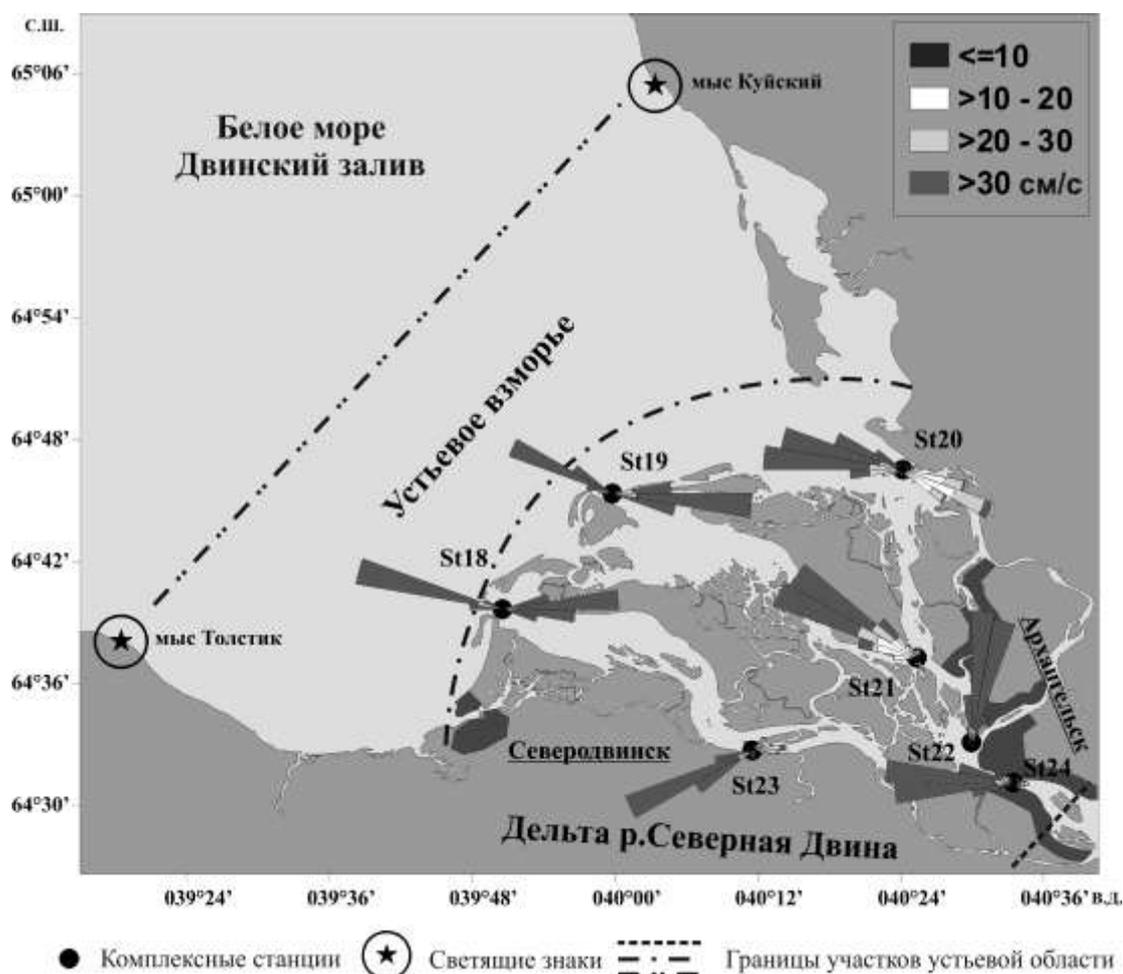


Рисунок 1. Схема расположения станций и распределение направлений и скоростей течений в придонном горизонте на полусуточных станциях в дельте реки Северная Двина в июле 2010 г.

Для расчётов стока воды в основных рукавах реки были взяты результаты измерений скорости и направления течений на входной станции №24 (ж/д мост) и на замыкающих основные водотоки станциях №18 (о.Ягры, Никольский рукав), №19 (о.Кумбыш, Мурманский рукав) и №20 (п.Лапоминка, протока Маймакса). При этом рассчитывали площади поперечного сечения водотоков (S , m^2), среднюю скорость ($V_{ср}$, m/c) от поверхности до дна и направление течения (прилив, отлив) и, соответственно, объём стока (Q , m^3/c) за каждый час приливо-отливного цикла.

Следует отметить, что время прилива и отлива за приливо-отливной цикл на станциях существенно различалось, что связано с расположением станций относительно течения реки. В верхнем течении (ст. №24) длительность прилива составляло 3 часа, а отлива – 9 часов. В нижнем течении реки длительность прилива составляла от 4 часов (ст. 20), а отлива 6 часов (ст. № 18, 19).

Общий объём поступления воды в устье реки из моря составил – 39,71 км³/с, общий сток воды в море составил +92,84 км³/с, результирующий сток - +53,13 км³/с. При этом разница результирующего стока между верхним течением реки (ст. №24) и суммарным стоком в рукавах нижнего течения (ст. №18 – 20) составила 14,24 км³/с. Эта дополнительная величина определяет вклад впадающих по левому и правому берегам дельты реки Северной Двины небольших речек (Заостровка, Цигломинка, Лая, Сума, Ижма, Лодьма, Юрас) и ручьёв.

Результирующий сток по основным рукавам дельты не одинаков. Наибольший сток воды проходит по Маймаксанскому рукаву +34,62x10⁶ км³/с, или около 65 %, по Мурманскому рукаву - +10,09x10⁶ км³/с, или около 19 %, по Никольскому рукаву - +8,42x10⁶ км³/с, или около 16 % общего стока.

Работы выполнялись по теме ФНИР: «Комплексные исследования современного экологического состояния авандельты Северной Двины» и проекту: 09-П-5-1021 «Оценка влияния естественных и антропогенных факторов на активизацию геодинамических процессов и связанную с ними сейсмичность, на структуру функционирования и биологическую продуктивность устьев рек и морей Европейского Севера России» Программы Президиума РАН № 20 «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология».

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ (POPULUS TREMULA) НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО

М.А. Лобанова, И.Н. Зубов, М.А. Гусакова, К.Г. Боголицын

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Возрастающий спрос на древесину, сокращение лесных площадей требует активного использования в лесохозяйственном производстве быстрорастущих древесных пород. Одной из них является осина. Осина (*Populus tremula*L.) относится к семейству ивовых – *Salicaceae* Lindl. и входит в род тополь, *Populus* L. [1]. Как биологический вид, осина является пластичной породой, способной активно развиваться в различных природных условиях (рисунок 1) [1]. Среди лиственных лесов России осина занимает второе место после березовых и составляет около 16% древостоев площадью около 18,5 млн га с запасом древесины до 2,6 млрд м³ [2].

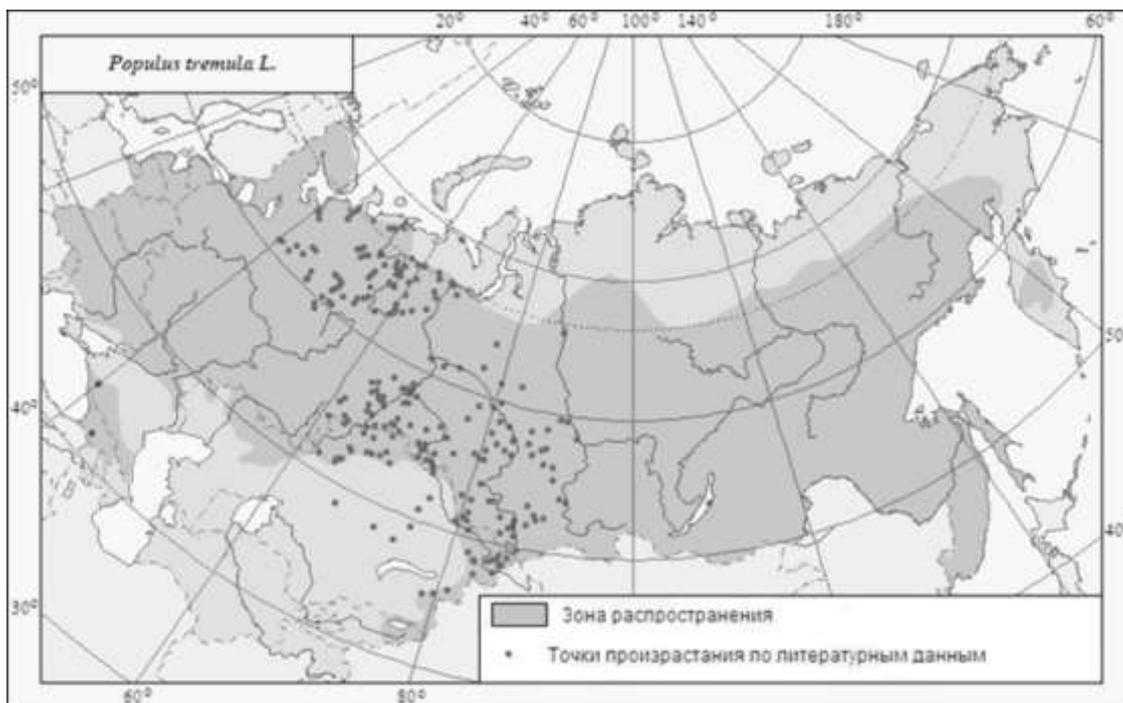


Рисунок 1. Ареал осины (*Populus tremula* L.)

Исследования последних лет показали, что осина на территории Архангельской области обладает широким спектром хозяйственно-полезных признаков и свойств. Растет быстро, естественные насаждения относятся к I-II классам бонитета, средний возраст рубки 41 год. Исследования позволили установить, что развитие гнили начинается с I класса возраста насаждения; с увеличением возраста процент деревьев, пораженных гнилью, увеличивается, причем особенно сильно с 30 лет.

Древесина, как преимущественно лигноцеллюлозный материал, в основном разрушается нитеобразными грибами, ведущими сапрофитный, паразитический или симбиозный образ жизни грибами. Древесно-разрушающие грибы обычно подразделяют на три группы:

- белая (коррозионная) гниль (базидиальные грибы), разрушает преимущественно лигнин в растительных клеточных стенках и служит причиной беления субстрата [3];
- бурая (деструктивная) гниль (базидиальные грибы), характеризующаяся преимущественным разрушением полисахардов с ограниченной способностью к разрушению лигнина, древесина становится бурой и ломкой; большинство грибов бурой гнили развивается на древесине хвойных пород [4];
- мягкая гниль (в основном акцитомицеты и деутеромицеты), характеризуется способностью к разрушению, как лигнина, так и целлюлозы, однако грибы данной гнили поражают в основном древесину с высокой влажностью [3].

В литературе имеются только общие сведения о составе древесины осины, так содержание целлюлозы – 41-50%, лигнина – 19-22% [5]. Все это свидетельствует о целесообразности более глубокого и разностороннего изучения древесины данного вида.

Цель настоящей работы – определить содержание основных компонентов древесины осины, в зависимости от состояния дерева (здоровая и пораженная грибной гнилью), от возраста и высоты ствола дерева, с которой взят образец.

В пределах карстовых ландшафтов на юго-востоке Беломорско-Кулойского плато располагается Пинежский государственный заповедник. Он относится к числу первоочередных объектов контроля окружающей среды на территории Архангельской области. На данной территории сохранился массив коренных северотаежных лесов, который является одним из крупнейших в Европе. Для района северной тайги характерно избыточное увлажнение и значительные различия в термическом режиме. В данной местности антропогенное влияние практически отсутствует из-за ее труднодоступности. Развитие карстовых процессов приводит к определенной специфике биоценозов этого района. Все это позволяет рассматривать данную территорию как один из эталонов коренных северотаежных лесов [6].

Представительные образцы древесины осины в возрасте от 30 до 50 лет отобраны в регионе между 64°42'13" с. ш. 43°22'49" в. д. (территория Пинежского государственного заповедника). Возраст древесины определен по количеству годовичных колец на поперечных срезах у корневой шейки стволиков осины.

Химический состав древесины определен по стандартным методикам [5]. Для анализа использовали опилки влажностью 5-8 %, подготовленные из ствола древесины. Определение содержания целлюлозы проводилось азотно-спиртовым методом, лигнина – методом Класона в модификации Комарова.

Химический состав древесины одной и той же породы не является строго постоянным и меняется в зависимости от ряда факторов (абиотических, биотических и антропогенных) [7].

По высоте ствола наблюдаются небольшие различия в химическом составе древесины. С увеличением высоты ствола содержание целлюлозы увеличивается с 50 до 55 % (для осины средним возрастом 30 лет), а лигнина увеличивается с 23 до 25%. Полученные данные показывают, что содержание целлюлозы с возрастом уменьшается с 55 % (30-летнего дерева) до 47 % (50-летнего дерева), а содержание лигнина значимо не изменяется. Можно также отметить, что происходит значительное снижение целлюлозы в образцах древесины, пораженной грибной гнилью, приблизительно в 1,5-2 раза, а содержание лигнина изменяется не значительно (рисунок 2, 3).



Рисунок 2. Соотношение содержания кислоторастворимого лигнина и лигнина Класона в здоровой и пораженной грибной гнилью древесине осины

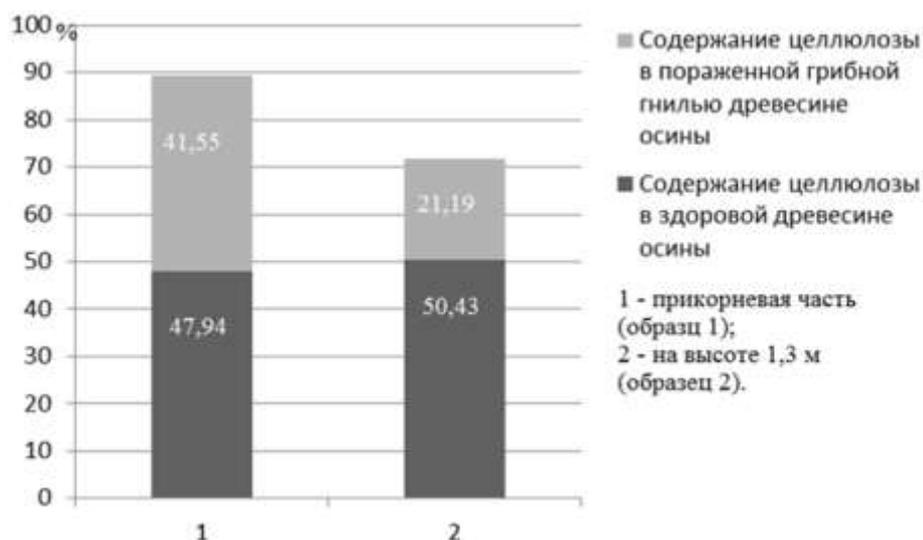


Рисунок 3. Содержание целлюлозы в здоровой и пораженной грибной гнилью древесине осины

Возбудители гнилей в той или иной степени разлагают не только лигнин, но и целлюлозу, причем потребление полисахаридной и ароматической составляющей древесины представляет сопряженный процесс. Отсюда нельзя однозначно сказать какой тип гнили вызвал разрушение исследуемых образцов, для этого необходим более детальный анализ.

Исследования выполнены при поддержке программы Президиума РАН (№ 12-П-5-1021), междисциплинарного проекта УрО РАН (№ 12-М-45-2012) и (или) Программы межрегиональных и межведомственных фундаментальных исследований УрО РАН (№ 12-С-5-1017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов, Л.Е. Осина./ Л.Е. Михайлов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 72 с.
2. Ершов Р.В. Аффиллофороидные грибы осины на северо-западе русской равнины/Р.В.Ершов, О.Н.Ежов.-Архангельск: ИЭПС УрО РАН,2009.-124с.
3. Ursula Kües (Ed.) Wood Production, Wood Technology, and Biotechnological Impacts, 2007. - 389 с.
4. Фенгел Д. Древесина: Химия. Ультраструктура /Д.Фенгел, Г.Вегенер// Реакции: пер. с англ. - М.: 1988. - 512 с.
5. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В.Оболенская, З.П.Ельницкая, А.А.Леонович. - М.: Экология, 1991. - 320 с.
6. Гофаров М.Ю. Ландшафты Беломорско-Кулойского плато: тектоника, подстилающие породы, рельеф и растительный покров / М.Ю.Гофаров, И.Н.Болотов, Ю.Г.Кутинов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006.- 141 с.
7. Зубов, И.Н. Влияние абиотических факторов на формирование лигноуглеводной матрицы древесины можжевельника / И.Н.Зубов, С.С.Хвиюзов, М.А. Лобанова, М.А. Гусакова, К.Г. Боголицын // Лесн. журн. 2012. - № 1. - С.113-120.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УСТЬЕВЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА И БЕЛОГО МОРЯ

С.А. Лукьянов¹, Ю.Г. Шварцман^{2,3}

¹Северо-Западное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Архангельск.

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Архангельск.

³Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск.

Гранулометрический состав — содержание в почве механических элементов, объединенных во фракции[1].

Экологическое состояние рек - один из важнейших вопросов геоэкологии. Гранулометрический состав донных отложений дает возможность определить накопление в них загрязняющих веществ (тяжёлые металлы, радиоактивные элементы, углеводороды).

Верхний 10-сантиметровый слой донных осадков является важным показателем интенсивности накопления загрязняющих веществ в донных отложениях, а также является отражением состояния придонных экосистем. Кроме этого по физическим

характеристикам верхнего слоя осадков можно судить о современных условиях седиментации[2].

На поверхности дна осаждаются значительная часть поллютантов, приносимых в морскую среду воздушными потоками, речным стоком или вносимых человеком в результате дампинга, сброса сточных вод и при аварийных ситуациях[3]. При строительных или дноуглубительных работах происходит взмучивание донных осадков поверхностного слоя, после чего происходит вторичное загрязнение воды.

Основными процессами формирования гранулометрических спектров осадков являются гидродинамика (латеральный перенос материала), гравитация (осаждение на дно терригенных, биогенных и др. компонентов). На процессы осадконакопления также оказывают влияние характер рельефа дна, речной сток, ледовый режим[4].

Исследованию гранулометрического состава уделялось достаточно много внимания, но в основном сводилось к изучению донных отложений Белого моря и устьевых зон крупных рек (Северная Двина, Мезень, Онега). Изучению гранулометрического состава устьевых зон малых рек бассейна Белого моря и вопросу пространственного распределения не уделялось достаточного внимания. В 2010 году была проведена экспедиция организованная СЗО ИОРАН с 23 июля по 6 августа. Объект исследования Онежский залив, Лямецкий берег, устьевая зона рек Нижма, Кянда и Тамица.

За этот период на 19 станциях был произведён отбор проб донных отложений.

Схема расположения станций отбора проб соответствует цели исследования: охватить наибольшую территорию устьевой зоны реки и проследить изменения гранулометрического состава донных отложений.

Гранулометрический анализ проводился в лаборатории СЗО ИО РАН.

Работы с пробами по определению гранулометрического состава производились согласно «ГОСТ 12536-79. Методы определения гранулометрического состава».

Процентное содержание различных фракций в пробах грунта р. Тамица, р. Кянда, р. Нижма представлено на диаграммах 1а, 1б, 1в.

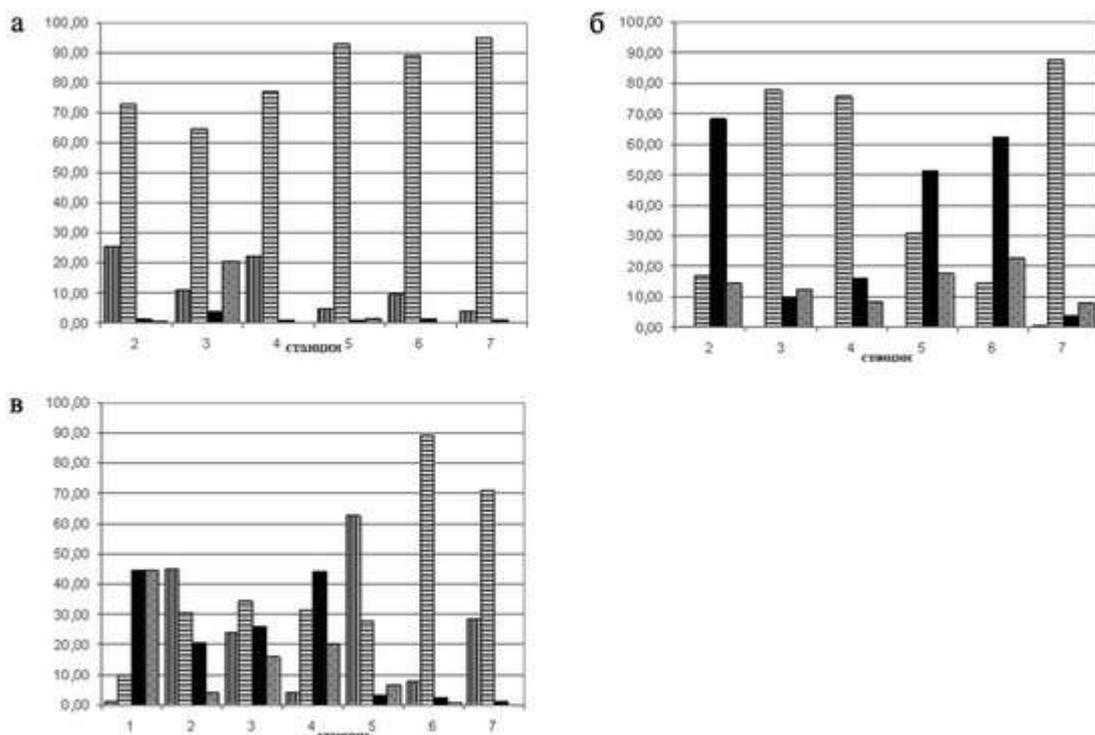


Рисунок 1. Диаграмма. Гранулометрический состав донных отложений устьевой зоны, %: а - р. Тамица, б – р. Кянда , в – р. Нижма. ■ - Каменисто-гравийная часть, ▨ - Песок 1-0,1 мм, ■ - Алеврит 0,1 -0,01 мм, ▩ - Пелиты менее 0,01 мм

Пространственное распределение различных типов грунта по гранулометрическому составу в устьевой зоне исследуемых рек представлено на рисунках 2, 3, 4.

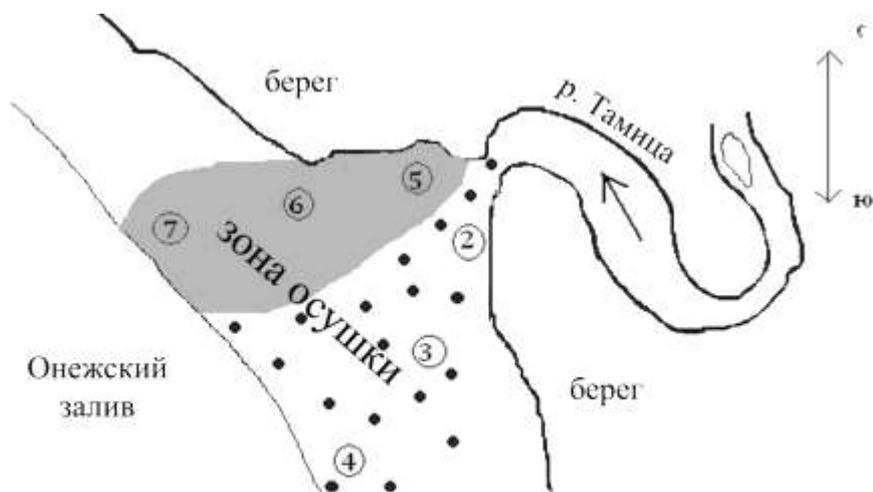


Рисунок 2. Зоны донных отложений по преобладающей фракции р. Тамица
 ■ - Северная зона. Песчаные грунты. ▨ - Южная зона. Песчаные грунты с каменисто – гравийным компонентом.

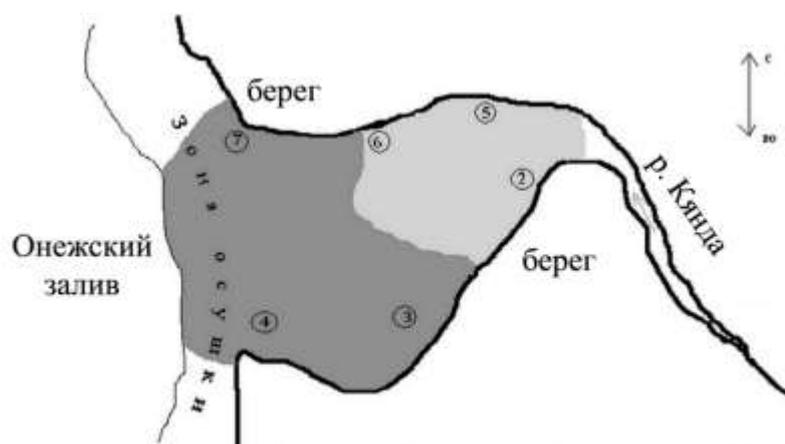


Рисунок 3. Зоны донных отложений по преобладающей фракции р. Кянда
 ■ - Восточная зона. Алевритовые грунты. ■ - Западная зона. Песчаные грунты.



Рисунок 4. Зоны донных отложений по преобладающей фракции р. Нижма
 ■ - Восточная зона. Многокомпонентные грунты.
 ■ - Западная зона. Песчаные грунты.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы о гранулометрическом составе донных отложений данного региона:

1. Тамица имеет более быстрый режим течения относительно других рассматриваемых рек. Этим фактором, а также особенностью гидрологических условий обусловлено наличие в южной части района песчаных фракций со значительным содержанием каменисто-гравийной фракции.

2. Для Кянды характерен более спокойный режим относительно двух других рассматриваемых рек, а также наличие широкого устья, что в совокупности с гидрологическими условиями способствовало формированию грунта с большим содержанием алеврита.

3. Характер течения реки Нижма, относительно других рассматриваемых рек, является средним, что с рядом гидрологических особенностей данного региона объясняет образование относительно большой площади многокомпонентных грунтов

в восточной части исследуемого района. Результаты одного сезона явно недостаточно, чтобы дать окончательный вывод о гранулометрическом составе донных отложений в устьевых зонах данных рек. Необходимо провести аналогичные исследования в следующих сезонах. Это позволит определить более точные границы фракционных зон и относительную изменчивость или устойчивость процентного содержания фракций в данных зонах. Данная работа даёт возможность определить зоны, которые подвержены повторному загрязнению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 27593-88(2005). Почвы. Термины и определения.
2. Лукьянов С. А., Лебедев А. А., Шварцман Ю. Г. Гранулометрический состав донных отложений и его распределение в устьевой зоне реки Северной Двины.// Вестник Поморского университета, серия «Естественные науки». – 2011.- №2- С. 13.
3. Иванов. Г. И. Геоэкология Западно-Арктического шельфа России: литолого-экогеохимические аспекты. - СПб.: Наука, 2006. – 173с.
4. Алексеева Т.Н. Фракционная структура поверхностного слоя донных осадков Белого моря.// Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова (8-11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009.- С. 14-15.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ, МОРФОЛОГИИ РАКОВИН И ПАЛЕОЭКОЛОГИИ ИСКОПАЕМЫХ МОЛЛЮСКОВ УРОЧИЩА ПЫМВАШОР (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

А.А. Любас

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Термальные источники субарктических и арктических регионов Земли – явление уникальное, в то же время их известковые отложения на территории Большеземельской тундры не имеют аналогов в Российском секторе Европейской Субарктики. В настоящее время одним из актуальных направлений исследований в области исторической экологии является изучение различных природных архивов, которые позволяют реконструировать палеогеографические и палеоэкологические условия прошлого, однако травертиновые постройки гидротерм сравнительно редко используются в качестве источника данных об истории экосистем. Наличие богатого палеонтологического материала в известковых туфах урочища Пымвашор обуславливает их использование в качестве подобного «архива».

Целью настоящей работы было изучение видового состава ископаемых моллюсков в известковых туфах и аллювии на поверхности травертинового каскада древнего термального источника урочища Пымвашор (Большеземельская тундра).

Задачи: 1) Извлечение субфоссильных моллюсков из травертинов и аллювия, определение их видовой принадлежности. 2) Измерение различных частей раковин. 3) Сравнение ископаемых моллюсков с современной малакофауной. Исследования проводились в 2010-2011 гг. в урочище Пымвашор (Большеземельская тундра). Собрано более 1000 экземпляров пресноводных моллюсков.

Статистическая обработка данных осуществлялась в программном пакете Past 2.13.

В ходе исследований определен видовой состав ископаемых моллюсков, который отличается от такового в современных источниках. Наблюдается тенденция к сокращению числа видов и уменьшению среднего размера раковин, что позволяет судить о палеоэкологических условиях древнего источника [4]. Доминирующими видами, как в современных, так и в древней гидротермальной экосистемах являются гастроподы семейства *Lymnaeidae*, в том числе *Lymnaea ovata* и *L. lagotis* [1]. Видовой состав моллюсков за рассматриваемый период менялся. Так к примеру увеличивается обилие *L. ovata*. Кроме того, снижается обилие вида *L. palustris*, раковины которого нередко встречаются в травертинах и аллювиальных отложениях на поверхности древней травертиновой постройки, а в современных источниках термальных зон №1 и №2 они не обнаружены. Сопоставив размерные параметры раковин ископаемых и современных моллюсков можно сделать предположение об уменьшении среднего размера раковин гастропод за период развития гидротермальной экосистемы [3]. Размерные параметры и морфология раковин, а также видовой состав древних моллюсков предполагают более низкую температуру воды в древнем источнике по сравнению с современными гидротермами урочища [2, 5].

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5, РФФИ № 10-04-00897, 11-04-98817, УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и проекта № 546152011 государственной ведомственной программы «Темплан вузов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Усачева О.В.. Население моллюсков субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период. Зоологический журнал, 2011, Т. 90, № 11, с. 1304-1322.

2. Круглов Н.Д., 2005. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: Изд-во: СГПУ. 507 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2004. СПб.: Наука. Т. 6. 528 с.
4. Хмелева Н.Н., Голубев А.П., Лаенко Т.М. Экология брюхоногих моллюсков из горячих источников Камчатки. Журнал общей экологии, 1985, № 2, с 230 – 240.
5. Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е.. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Ч.1/ Под ред. И.А.Васильевой — Екатеринбург: Гощицкий, 2009. — 162 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПОВ УРАНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТЕЙ РАСТВОРЕНИЯ ПОРОД

А.И. Малов

Институт экологических проблем Севера, г. Архангельск

Фундаментальная задача геохимии: определение скоростей реакций в системе вода-порода - решается главным образом на основе лабораторных экспериментов которые показывают значительно более высокие (до 6 порядков) значения, по сравнению с измеренными *in situ*. В природных условиях наиболее широко применяются определения скоростей выветривания по подземному химическому стоку, сформированному за счет взаимодействия воды с водовмещающими породами. Однако эти оценки касаются значительных водосборных площадей, то есть, дают усредненные региональные значения. Исследования выветривания минералов в почве и элювии, напротив, характеризуют локальные специфические условия зоны аэрации. Число оценок скоростей реакций минерал-жидкость в полностью насыщенных природных системах без тесного контакта с атмосферой крайне невелико, несмотря на большое количество выполненных геохимических исследований таких систем.

В данном докладе предпринята попытка оценки скоростей объемного растворения алюмосиликатов венда с использованием информации о распределении изотопов ^{234}U и ^{238}U в подземных водах и горных породах. Возможности таких оценок вытекают из свойств этой изотопной системы: два нуклида находятся в одной и той же цепочке радиоактивного распада. Поэтому их отношение обратно отношению постоянных распада в ненарушенной, закрытой системе, находящейся в радиоактивном равновесии. Горные породы и минералы сохраняют равновесное отношение активностей, равное единице, если они не были затронуты в последнее время физическими или химическими процессами,

такими как измельчение или выщелачивание, то есть являются монолитными. Поэтому породы водоупоров практически однородны по $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$.

Отложения водоносных горизонтов частично теряют промежуточные продукты распада урана из-за эффектов альфа-отдачи. Эффект отдачи вызывает в них снижение отношения активностей $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ по сравнению с равновесным значением, в результате чего появляется избыток ^{234}U в подземных водах [1, 2].

Этот эффект наиболее проявляется на стадии осаждения осадка и диагенеза в слаболигитифицированном состоянии, когда его пористость составляет порядка 0.7 [3] и он представляет идеальную пористую среду. Однако, для крупных зерен и их агрегатов (> 65 мкм), относительная потеря ^{234}U мала, ввиду того, что отношение концентраций урана в воде обычно на 2-4 порядка ниже, чем в породе; и равновесное отношение активностей, равное единице, практически сохраняется в осадке, а затем и в водовмещающей породе. Для зерен размерностью ила и глины (65-1 мкм), порядок потерь ^{234}U при фракционировании составляет от нескольких процентов до 50% [4].

Следовательно, жидкости в контакте не только с мелкозернистым, но любым материалом горных пород как правило имеют отношения активностей $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, которые превышают равновесное значение, иногда в 20 раз [5]. Величина $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в условиях низкой пористости и крупных размеров фракций пород зависит от площади взаимодействия вода-порода, концентраций урана и времени взаимодействия [6]. Если твердая фаза одновременно растворяется, в процессе растворения в жидкость поставляется U с низким отношением активностей $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, обычно примерно равным 1. Таким образом, изотопный состав воды отражает баланс между эффектами альфа-отдачи и скоростью растворения горных пород.

Чем выше $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, тем ниже скорость растворения пород и наоборот. Чем ниже концентрация урана в воде, тем ниже скорость растворения пород или меньше время взаимодействия вода-порода. Чем выше концентрация урана в воде, тем выше скорость растворения пород или больше время взаимодействия вода-порода. Поэтому для измерения *in situ* скоростей растворения пород необходима по меньшей мере информация об отношениях активностей $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ и концентрациях урана в подземных водах и горных породах.

С помощью этих параметров, определенных ранее и приведенных в опубликованных работах по распределению урана в водоносных горизонтах на территории Северо-Двинской впадины, расположенной в зоне сочленения Балтийского щита и Мезенской синеклизы [5], проведена оценка времени взаимодействия вода-порода и скоростей растворения алевролитов венда. Оценки выполнены на основе уравнений

массового баланса урана в закрытой системе водоносного горизонта, в которой переход урана в воду начинается с момента поступления воды в водоносный горизонт [7, 8].

Время взаимодействия вода-порода (t) определено по формулам:

$$t = \frac{\ln(k^{-1})}{\lambda_2}, \quad (1)$$

$$\text{где } k = 1 - \frac{c_{\text{вода}} \cdot (\gamma_{\text{вода}} - 1)}{M_s \cdot c_{\text{порода}} \cdot p}; \quad (2)$$

$M_s = \rho_m \cdot (1-n) / \rho_{\text{вода}} \cdot n$; $c_{\text{вода}}$, $c_{\text{порода}}$ - концентрации урана в воде и породе, соответственно; $\gamma_{\text{вода}}$ - отношение активностей $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в воде; p - вероятность выхода ^{234}U в воду при распаде ^{238}U в породе.

$$p = \frac{0.235 \cdot S \cdot L}{1-n}, \quad (3)$$

где S - площадь взаимодействия вода-порода в $\text{см}^2/\text{см}^3$ горной породы; L - длина пробега атома отдачи ^{234}Th ; n - пористость.

При $S = 0.5 \text{ м}^2/\text{см}^3$. $L = 3 \cdot 10^{-6} \text{ см}$, значение p по (3) составило 0.45%.

Скорость растворения определена по формуле:

$$R_d = \frac{c_{\text{вода}}}{M_s \cdot c_{\text{порода}} \cdot t}, \quad (4)$$

Результаты расчетов показали, что скорость растворения максимальна ($1.86 \cdot 10^{-8} \text{ лет}^{-1}$) для пород, вскрываемых колодцами, в которых циркулируют наиболее молодые (~ 700 лет) и агрессивные воды, и снижается до $2.31 \cdot 10^{-9} \text{ лет}^{-1}$ по мере увеличения возраста воды до 130 тыс. лет, повышения ее минерализации и снижения степени неравновесности с вмещающими породами. Высокая степень фракционирования изотопов урана обусловлена низкими скоростями химического растворения пород и низкими темпами водообмена, а также высокой дисперсностью материала водовмещающих пород, благодаря чему на первый план выходят процессы их радиационного выщелачивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чердынцев В.В. Об изотопном составе радиоэлементов в природных объектах в связи с вопросами геохронологии // В «Труды третьей сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций». - М.: Изд-во АН СССР, 1955. - С. 175-233.
2. Чалов П.И. О механизме образования неравновесных соотношений между естественными радиоактивными изотопами в уран- и торийсодержащих природных соединениях // Атомная энергия. - Т. 27. - №. 1. - 1969. - С. 26-32.

3. Maher K, DePaolo DJ, Lin J.C.F. Rates of silicate dissolution in deep-sea sediment: in situ measurement using U-234/U-238 of pore fluids // *Geochimica et Cosmochimica Acta.*- Vol. 68. – 2004.- P. 4629–4648.
4. DePaolo DJ, Maher K, Christensen JN, McManus J. Sediment transport time measured with U-series isotopes: Results from ODP North Atlantic drift site 984 // *Earth and Planetary Science Letters.* - Vol. 248. - No. 1-2. – 2006. - P. 394-410.
5. Малов А.И., Киселев Г.П., Рудик Г.П., Зыков С.Б. Изотопы урана в подземных водах венда Мезенской синеклизы // *Водные ресурсы* - Т.36. - №6. - 2009. - С. 711-721.
6. Andrews JN, Giles IS, Kay RLF, Lee DJ, Osmond J.K, Cowart JB, Fritz P, Barker JF and Gale J. Radioelements, radiogenic helium and age relationships of groundwaters from the granites at Stripa, Sweden // *Geochimica et Cosmochimica Acta* - Vol. 46. -.No. 9. – 1982.- P. 1533-1543.
7. Malov AI. On dating of groundwater with a high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ and $Eh > 100\text{mV}$ // *Mineralogical Magazine* - Vol. 75. - No. 3. - 2011. - P. 1395.
8. Malov A.I. The Use of Even Uranium Isotopes as Hydrogeological Tracers. *Water Resources*, 2012, Vol. 39, No. 4, pp. 415–419.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

К.Л. Михайлов¹, Г.В. Михайлова²

¹Институт управления, г. Архангельск

²Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Возрастание экономического интереса к природным ресурсам Арктики актуализирует проблему сохранения благоприятной окружающей среды северных территорий [5,8,9,10]. Территории Северного экономического района России имеют традиционную специализацию экономики в виде мощного промышленного комплекса по добыче и переработке сырьевых и энергетических природных ресурсов. Существующая отраслевая производственная структура экономики в регионах формирует отличительную ассортиментную палитру регионального хозяйства, а также соответствующую структуру загрязнения природной среды. Потери в денежной форме, возникающие в результате загрязнения окружающей среды, называют экономическим ущербом природе.

Анализ ущербоемкости основных отраслей промышленности в субъектах Российской Федерации Северного экономического района проведен нами на основе коэффициентов ущерба, наносимого в результате загрязнения атмосферы и водных объектов, приведенных в работе [7] по отраслям промышленности для 2003 года и имеющие размерность "рубль ущерба / рубль продукции" [4]. Полученные данные позволяют точнее представить роль отдельных отраслей промышленности не только в формировании экономического результата, но и обратить внимание на необходимость

преобразования отраслевой структуры исходя из наносимого экономического ущерба территории и обществу.

Данные таблицы отражают наибольшее негативное воздействие экономики в абсолютных цифрах на территории Вологодской области и в Республике Коми. Это связано с масштабной экономической деятельностью и определяющей ролью промышленности в указанных субъектах РФ. В то же время, относительные показатели хуже в Республике Коми, Республике Карелии, Архангельской области. Вологодская же область выглядит на этом фоне сравнительно благополучной – предпоследнее место по "ущербоёмкости" среди рассматриваемых территорий. Наибольший ущерб на рассматриваемой территории наносится лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью, металлургическим комплексом и электроэнергетикой - доля указанных отраслей в общем объеме ущерба составляет 75%. В Республике Карелии и Архангельской области доля ущерба от лесной, деревообрабатывающей и ЦБП составляет 50% общего ущерба указанных субъектов РФ, в Республике Коми этот показатель свыше 25%. Деятельность предприятий черной металлургии в Вологодской области за анализируемый период характеризуется ущербом на уровне 60% от ущерба экономики области и составляет пятую часть от всего ущерба в Северном экономическом районе РФ. Относительное "участие" электроэнергетики в нанесении ущерба по рассматриваемым территориям характеризуется такими данными: 15,9% в Архангельской области, 16,8% в Вологодской области, 22,7% в Республике Коми, 28,0% в Республике Карелии и 50,2% в Мурманской области. В каждом из рассматриваемых субъектов Российской Федерации доли ущерба от двух лидирующих отраслей-загрязнителей составляют более 70%, что подтверждает узкую экономическую специализацию и высокую концентрацию производства.

Таблица

Ущербоемкость отраслей промышленности Северного экономического района РФ

Отрасль промышленности	Коэффициент ущерба*	Республика Карелия	Республика Коми	Архангельская область***	Вологодская область	Мурманская область
Электроэнергетика	0,367	2409	3708	2338	3975	5876
Топливная	**	0,0	7500	3748	2	14
Черная металлургия	0,169	886	12	13	14527	1053
Цветная металлургия	0,100	202	21	22	14	1984
Химическая и нефтехимическая	0,113	35	64	34	914	1353
Машиностроение и металлообр.	0,053	113	56	766	465	188
Лесная, деревообр. и ЦБП	0,246	4329	4218	7192	2428	87
Строительных материалов	0,250	330	267	224	308	142
Лёгкая	0,289	22	308	43	277	61
Пищевая	0,081	261	161	291	700	935
Прочие отрасли	0,033	6	0,0	7	63	7
Итого сумма ущерба		8593	16315	14678	23673	11700
Ущербоемкость, (рубль ущерба / рубль продукции)		0,221	0,229	0,196	0,173	0,165

*Принято по работе [7].

**Нефтедобывающая 0,169; нефтеперерабатывающая 0,117; газовая 0,152; угольная 0,340.

***Статистические данные по Архангельской области приведены с учетом Ненецкого автономного округа [6].

Для Архангельской области одной из ведущих отраслей рыночной специализации становится добыча полезных ископаемых. Так, по результатам 2009 года доля добычи полезных ископаемых в валовом региональном продукте региона составила 31,6% - 102,1 млрд. рублей. Добыча нефти, включая газовый конденсат, возросла в 2010 году до 17,9 млн. тонн. Добычей полезных ископаемых занимаются 86 организаций. Перспективы отрасли связываются с наращиванием финансирования геолого-разведочных работ – в 2009 году 7,9 млрд. рублей. За период с 2006 по 2010 год финансирование указанных работ за счет собственных средств организаций выросло в 7 раз и составило в 3,5 млрд. рублей. Совершенствуется материально-вещественная база отрасли: в структуре ввода в действие основных фондов вид деятельности «Добыча полезных ископаемых» в целом по Архангельской области в 2006 году составлял 29,8%, а в 2010 уже 58,3%. Стоимость основных фондов с 11,7% в 2006 году выросла до 25,1% в 2010 году и достигла 267,8 млрд. рублей. Улучшилась структура и по показателю износа основных фондов: за рассматриваемый период с 35,3% до 26,4%. В тоже время по выбросам загрязняющих атмосферу веществ добыча полезных ископаемых занимает лидирующие позиции – 276,1 млрд. т. от общей величины в 545,3 млрд. т. в 2010 году [1]. При этом указанная сфера природопользования рассматривается как крайне перспективная для эффективных

инноваций, в качестве аргументов выступает безусловная платежеспособность рассматриваемого сектора экономики для самостоятельного финансирования инноваций, востребованность практического внедрения уже имеющихся научных разработок, постоянный спрос на продукцию [2,3].

Доклад подготовлен по результатам исследования, поддержанного РГНФ, проект № 10-02-48201 а/С

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельская область в 2010 г.: статистический ежегодник / Архангельскстат – Архангельск: Архангельскстат, 2011. – 206 с.
2. Ивантер В.В. Влияние технологического прогресса на перспективную структуру российской экономики. Доклад. // Вестник РАН. - 2009. - том 79. - №3. - с.246-250.
3. Инновации в рациональное природопользование и охрану окружающей среды: Материалы межрегиональной научно-практической конференции / Под ред. Г.А. Фоменко. – Ярославль: НПП «Кадастр», 2003 г., - 344 с.
4. Михайлов К.Л. Экологизация производства как основа реформирования экономики регионов в условиях глобализации / К.Л. Михайлов, Г.В. Михайлова и др.// Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: экономика – 2011. – Вып. 1 (44). – с. 218-223.
5. Павленко В.И. Влияние изменений окружающей среды на экономическое развитие регионов российской Арктики / В.И. Павленко, Е.К. Глухарева // Проблемы прогнозирования. – 2010. - №2. – с. 68-77.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2004. М.: Росстат.
7. Рюмина Е.В. Экологически скорректированная оценка экономического развития регионов / Е.В. Рюмина, А.М. Аникина // Проблемы прогнозирования. – 2009. - №2. – с. 78-94.
8. Селин В.С. Современное геоэкономическое позиционирование в российской Арктике / В.С. Селин // Вопросы экономики. – 2011. - №12. – с.102-117.
9. Унаследованные социально-экономические структуры и переход к постиндустриальному обществу. М.: ИГ РАН, 2007. – 463 с.
10. Черешнев В.А. Глобальные проблемы: основные методологические подходы и северная стратегия России / В.А.Черешнев, В.Н.Расторгуев. В кн. Северное измерение глобальных проблем: первые итоги Международного полярного года. Четвертый Северный социально-экологический конгресс / отв. ред. В.А. Черешнев. – М.: Наука, 2009. – с. 23-40.

ВЛИЯНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СОЦИАЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕВЕРНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ

Г.В. Михайлова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В условиях нестабильности социальная система способна сохранять себя, если не нарушены естественно-культурные тренды развития и не разрушена культурная самобытность [1]; сохранены социальные связи, и на их основе формируются социальные

сети, реализуется самозанятость (сосредоточение малых и средних предприятий); на месте разрешенных предприятий функционируют новые субъекты, выполняющие для сообщества поддерживающие функции (например, частные предприниматели, фермеры, сильные домохозяйства, обеспечивающие жизнедеятельность как населения, так и объектов социальной сферы) [2]; природный капитал, который является первоосновой существования человека, не сокращается со временем [3].

Влияние особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на социальную устойчивость поселений опосредованно реализацией природоохранной территорией социальных функций, в числе которых нами выделяются средообразующая, социоформирующая и человекоформирующая функции.

Средообразующая функция ООПТ заключается в обеспечении оптимальных параметров природной среды для жизнедеятельности людей. Природоохранные территории способствуют сохранению биоразнообразия, поддержанию экологического равновесия, удовлетворению культурно-эстетических и образовательных потребностей, а также нужд членов местного сообщества в природных ресурсах.

Социоформирующая функция ООПТ реализуется посредством поддержки традиционных и формирования новых видов деятельности, соизмеримых с возможностями природных комплексов.

Человекоформирующая функция ООПТ заключается в расширении возможностей для получения новой информации, для приобретения опыта организации жизнедеятельности совместимой с целью сохранения природы [4].

В таблице представлено влияние ООПТ на параметры социальной устойчивости посредством реализации названных социальных функций.

Таблица
Влияние особо охраняемых природных территорий на социальную устойчивость северных поселений

Социальные функции ООПТ:	Параметры устойчивости		
	экстенсивный (продолжительность жизни)	интенсивный (производительность)	информационный (социальная структура)
средообразующая	поддержание благоприятной природной среды ...	обеспечение возможностей для экологически приемлемого традиционного природопользования	...

Социальные функции ООПТ:	Параметры устойчивости		
	экстенсивный (продолжительность жизни)	интенсивный (производительность)	информационный (социальная структура)
социо-формирующая	предоставление рекреационных услуг; содействие в развитии инфраструктуры; ...	создание условий для занятости населения. и развитие традиционного природопользования и ремесел; поддержка предпринимательства ...	повышение привлекательности территории для проживания
человеко-формирующая	организация досуга	предоставление возможностей для профессиональной переориентации, приобретения новых навыков, развития креативности	расширение возможностей для получения новой информации, приобретения опыта организации жизнедеятельности совместимой с целью сохранения природы

Социальная устойчивость – это способность социальной системы сохранять себя в меняющихся условиях среды, в условиях нестабильности природной среды и экономической ситуации. Для отдаленных северных поселений особо охраняемые природные территории должны рассматриваться как важный фактор социального развития на принципах сильной устойчивости, т.е. развитие в гармонии с природой. Социальная значимость ООПТ заключается не столько в масштабах использовании рекреационного потенциала территории, сколько в характере и последствиях влияния ООПТ на социальную устойчивость сопредельных поселений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Княгинин В.Н., Щедровицкий П.Г. Промышленная политика России: кто оплатит издержки глобализации. М.: Европа, 2005. – 160 с.
2. Проблемы формирования социальных институтов устойчивого лесопользования / Г.Б. Козырева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 254 с.
3. Социально-экономический потенциал устойчивого развития: Учебник/ Под ред. проф. Л.Г. Мельника (Украина) и проф. Л. Хенса (Бельгия).– Сумы: ИТД «Университетская книга», 2007. – С.162-164
4. Михайлова Г.В. Роль особо охраняемых природных территорий в оптимизации среды обитания местного населения. // Территориальные проблемы охраны природы: Доклады III-ей международной конференции «Особо охраняемые природные территории», г. Санкт-Петербург, 3-4 декабря 2008. СПб: Русское географическое общество, 2008. С.510-516

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСТРОВНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПЕТРОФИТНЫХ ТУНДР ЮЖНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ НОВОЙ ЗЕМЛИ В ПРОЛИВЕ КАРСКИЕ ВОРОТА

Д.С. Мосеев

Научно-исследовательский Центр «Викинг», г. Архангельск

Фитоценозы петрофитных тундр являются характерной особенностью ландшафтов в природной подзоне арктических тундр на европейской территории России, занимающих южный остров архипелага Новая Земля с прилегающими островами и север острова Вайгач.

В пределы арктических тундр попадают и острова Петуховского архипелага на баренцевоморской акватории пролива Карские Ворота, где в августе 2011 г. при поддержке гранта ВОО «Русское географическое общество» Архангельского центра ВОО РГО проводилась комплексная экспедиция «По следам поморов».

Рассматриваемый район находится в зоне холодного течения Литке, переносящего воды из Карского моря вдоль южного и западного побережья Новой Земли [1].

Экосистемы петрофитных (щебнистых) тундр занимают большую площадь территории островов. Сообщества лугов, мохово-осоковых, мохово-пушицевых, моховых тундр, эвтрофных и олиготрофных озер по занимаемой территории значительно уступают этому типу экосистем.

Согласно пройденным маршрутам можно формально указать, что данный тип экосистем от площади занимаемой территории на о. Озерной составляют до 80 % территории, о. Бритвин - 70 % от территории, о. Малый Олений - 80 %, о. Пуховый – 60 %, о. Большой Олений – 20 %.

На острове Озерной петрофитные тундры чередуются с прибрежной растительностью эвтрофных озер, где формируются экосистемы, подобные моховым тундрам, злаковые сообщества, околководные сообщества с преобладанием камнеломок. На о. Бритвин эти экосистемы чередуются с лугами и лагунами морских террас. Для острова Пуховый помимо петрофитных тундр характерны пушицевые мочажины, эвтрофные озера и моховые тундры. На о. Большой Олений большие площади занимают моховые, мохово-осоково-пушицевые тундры, олиготрофные озера, небольшие низинные болота. На острове Малый Олений распространены биоценозы моховых тундр, приуроченные к лагунным озерам, лежащим на морской террасе.

Формированию петрофитных тундр способствуют особенности экотона островов, в частности метеорологические условия. Так под действием сильных (штормовых) ветров происходит ветровая эрозия, на поверхности почвы возникает массовое образование щебня при отсутствии гумусового покрова. Снеговой покров здесь неглубокий, основная масса снега накапливается в ложбинах, ямах и под действием ветра сносится в ущелья скал, что способствует промерзанию почвы. В свою очередь, под действием климатических факторов и волновых явлений образуется специфический рельеф, характеризующийся наличием холмистой местности с крупными валунами, на побережье образуются останцы.

Все перечисленные абиотические условия среды способствуют развитию растительности устойчивой к действию ветра, низким температурам, бедным органикой почв, их засоленности, маломощному снеговому покрову.

Так под влиянием суровой абиотической среды у растений петрофитных тундр возникают специфические морфологические и экологические приспособления к существованию в данных условиях обитания. Растительный покров сильно разреженный, общая площадь проективного покрытия, как правило, не превышает 60 %. При этом, на северных склонах островов растительный покров практически отсутствует, ярко выраженные фитоценозы формируются главным образом на южных склонах островов. Видовой состав высших сосудистых растений беден, на островах было обнаружено около 30 видов. Относительно большая площадь распространения и разреженность местообитаний способствуют распространению видов доминантов между которыми четко прослеживается разделение экологических ниш, проявляющееся в уменьшении межвидовой конкуренции. В отношении экологических стратегий размножения большинство видов анемохоры и анемофилы. Тем не менее, в той или иной степени большинство представителей флоры высших растений, все же вынуждены «искать защиты» от воздействия сильных штормовых ветров, которые могут быть губительны для их популяций.

На вершинах клифов южной части островов, в хорошо обдуваемых ветром местах доминирует смолевка бесстебельная (*Silene acualis*), для этого вида характерна подушковидная жизненная форма, являющаяся защитой от низких температур. Рядом исследований [2] показано, что внутри таких подушек температура значительно выше окружающей среды. Проективное покрытие смолевки бесстебельной ввиду отсутствия конкуренции местами достигает 60 %. Этот вид поселяется также среди зарослей кустарничков ив.

Широко распространенным доминантом островов Озерной, Бритвин и Большой Олений является родиола розовая (*Rhodiola rosea*), проективное покрытие достигает 50 %. В островных популяциях преобладают особи родиолы молодой и зрелой генеративной стадии (g_1 , g_2). В отличие от смолевки бесстебельной (*Silene acualis*), родиола произрастает в основном в пониженных участках относительно защищенных от штормовых ветров. Максимального роста и развития куртины родиолы достигают в различного рода укрытиях, которыми служат валуны, глыбы, либо ползучие кустарнички ив. На острове Большой Олений скопления куртин родиолы розовой (*Rodiola rosea*) распространены у расщелин скал, где состав растительности сильно зависит от геохимии грунтов. В таких участках возможно накопление доступных растению форм азота и органического вещества, что способствует развитию растительного организма.

В кустарничковой флоре доминирующими видами являются ива полярная (*Salix polaris*) и ива арктическая (*Salix arctica*). Эти виды широко распространены на островах Пуховый, Озерной, Бритвин, Малый Олений. Ползучая форма карликовых ив является адаптацией к неблагоприятным воздействиям абиотической среды. Расположение цветоносов над поверхностью ветвей способствует анемохории. Характерной особенностью этих видов является частое произрастание в микропонижениях рельефа местности, защищенных от действия штормовых ветров (ложбины, ямы), где растения, как правило, достигают наибольшего развития, принимая морфологическую форму ветвления подобно участку произрастания. Диаметр «кругообразной» либо «ассиметричной» по форме надземной части взрослых кустарничков часто соответствуют площади микропонижения. Площадь проективного покрытия ив в биоценозах достигает 30 %.

На пологом берегу острова Озерной в зоне морских брызг границы с петрофитной тундрой обнаружена многочисленная ценотическая популяция камнеломки супротивнолистной (*Saxifraga oppositifolia*), состоящая из сравнительно мощных особей в отсутствии конкуренции других видов растений в прибрежном биоценозе. Проективное покрытие вида составило – 30 %.

В систематическом отношении по числу видов наиболее широко представлено семейство крестоцветных, в составе которого обнаружены: кохлеария арктическая (*Cochlearia arctica*), крупка молочно-белая (*Draba lactea*), крупка альпийская (*D. alpina*), крупка снежная (*D. nivalis*), крупка мохнатая (*D. hirta*). Среди них кохлеария (*Cochlearia arctica*) является доминантным, широко представленным на всех островах видом, представители рода *Draba* редки, либо встречаются спорадически. Представители

крестоцветных, в основном, произрастают в пределах различных укрытий, которыми служат скопления валунов, поморские гурии, каменные останцы, ложбины.

В семействе гвоздичных, кроме вышеуказанной доминантной смолевки бесстебельной (*Silene acaulis*), широко распространены ясколка Ригеля (*Cerastium rigelii*) и звездчатка Эдвардса (*Stellaria edwardsii*).

На острове Малый Олений общая площадь проективного покрытия петрофитных тундр значительно ниже, чем на других островах – 30 %. Преобладающая на соседних островах родиола розовая (*Rodiola rosea*) на исследуемом маршруте не обнаружена, что видимо, связано с распространением крупного щебня и отсутствием суглинистых обнажений, на которых часто формируются куртины этого вида.

Доминантом фитоценоза здесь является полярный мак (*Papaver polaris*), который произрастает на склонах бугров. На острове обнаружена популяция с желтыми цветками и преобладанием зрелой генеративной стадии онтогенеза (g_2).

Спорадически встречающимися видами петрофитных тундр являются различные камнеломки (*Saxifraga cespitosa*, *S. aizoides*, *S. nivalis*, *Chrisosplenium tetrandrum*). Виды камнеломок часто произрастают на границах с другими биоценозами и являются спутниками доминантов. Соседствуют с видами доминантами также незабудка азиатская (*Myosotis asiatica*), минуартия красноватая (*Minuartia rubella*), полынь Телизия (*Artemisia telisii*). В составе биоценоза встречаются злаки: мятлик альпийский (*Poa alpina*), овсяница живородящая (*Festuca vivipara*), дюпонтия Фишера (*Dupontia fisheri*). На склонах островов Пуховый и Большой Олений распространены осока приморская (*Carex maritimus*) и осока арктико-сибирская (*Carex arctosibirica*). Нередко в каменистых тундрах можно обнаружить единичные заносные неспецифические виды растений, вселенных из соседних экосистем, однако, вероятность их постоянного обитания в этих условиях маловероятна, поскольку здесь растения находятся в зоне экологического пессимума и возможность их развития ограничена абиотической средой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мискевич И.В., Мосеев Д.С., Самохина Л.А. Карские Ворота: история, природа, экология. Комплексная экспедиция «По следам поморов»// Всерос. обществ. орг. «Рус. Геогр. об-во», Арханг. регион. отд-ние (Арханг. центр). Архангельск, 2011. 100 с.
2. Березина Н.А. Экология растений. /Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. М.: Издательский центр «Академия», 2009 г. 400 с.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ

А.Ф. Надеин

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Внесение активного ила в почву или производство на его основе компостов – важнейший путь утилизации данного многотоннажного отхода. В реальности на территории РФ таким образом осадков сточных вод, большей частью ила, используется не более 4-6% от их общего количества, что можно объяснить многими экономическими и технологическими причинами. Низкая степень использования объясняется также наличием в иле загрязняющих веществ, как органических, так и минеральных. Существует ГОСТ 17.4.3.07-2001, устанавливающий требования к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений для почв сельскохозяйственного назначения. Естественно, что активный ил от биологической очистки хозяйственно-бытовых стоков, соответствует по всем показателям данным требованиям (МДК 3-01. 2001). Однако, хозяйственно-бытовые сточные воды принято подвергать очистке в составе общего потока городских стоков или совместно с производственным потоком. Отсюда и происходит загрязнение активного ила за счет поглощения токсикантов поверхностью клеток путем физического и химического взаимодействия. Основную роль в связывании загрязняющих веществ играют белковые молекулы и гуминоподобные вещества, а также минеральные компоненты ила – силикаты и алюмосиликаты [1].

Стандартная схема очистных сооружений средней производительности, на которых осуществляется совместная очистка хозяйственно-бытовых и производственных стоков, состоит из нескольких линий оборудования, включающих последовательно: песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники. Смесь осадка сточных вод после первичных отстойников и избыточного активного ила подается в резервуары аэробной обработки, после чего сбрасывается на иловые площадки. Воды с иловых площадок, образующиеся в результате уплотнения ила и атмосферных осадков, подаются обратно на очистку в аэротенки. Производственные стоки, содержащие нефтепродукты и взвешенные вещества, перед смешением с хозяйственно-бытовыми и подачей на сооружения биологической очистки подвергаются предварительной очистке на станции флотации. Так, на очистных сооружениях пос. Исакогорка (район г. Архангельска) с объемом поступающих стоков 120-150 м³/час, в том числе, производственных – 8-10 м³/час, источником загрязнения активного ила является поток нефтесодержащих производственных стоков с концентрацией нефтепродуктов на выходе с флотаторов 5,0-

38,7 мг/л (за летние сезоны 2008-2009 годов) и взвешенных веществ - 18-97 мг/л (за тот же период). Осадок этих стоков из первичного отстойника имеет в своем составе не только нефтепродукты, но и отходы участков гальванической обработки локомотивного депо, сильно загрязненные тяжелыми металлами.

Более конкретно, в технологической схеме очистных сооружений загрязнение ила, осаждаемого во вторичных отстойниках, нефтепродуктами и тяжелыми металлами обусловлено исключительно поглощением загрязнений из очищаемых вод, в том числе из присутствующих в них взвешенных частиц. В отличие от этого, накопление загрязнений в иле, сбрасываемом на иловые площадки, дополнительно происходит за счет осадка производственных стоков, поступающего в смеси с осадком хозяйственно-бытовых вод из первичных отстойников и после резервуаров совместной аэробной обработки. Было произведено изучение активного ила из вторичных отстойников и с иловых площадок указанных выше очистных сооружений с целью определения количества нефтепродуктов и тяжелых металлов (табл.). Определения нефтепродуктов в иле выполнены согласно ПНД Ф 16.1:2.2.22-98; тяжелых металлов, кроме ртути, согласно ФР. 1.31.2007.04106; ртути – ФР. 1.31.2002.00521.

Таблица.

Валовое содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в воздушно-сухом активном иле, мг/кг

Определяемый элемент	Активный ил с иловой площадки	Активный ил из вторичного отстойника
Медь	173±40	203±47
Цинк	92864±308	804±64
Свинец	28,1±5,9	24,6±5,2
Кадмий	1,87±0,47	1,80±0,45
Никель	17,9±5,0	14,4±4,0
Железо	54351±13588	52962±530
Марганец	3306±760	Не определено
Кобальт	0,91±0,38	2,65±0,74
Ртуть	0,72±0,29	Не определено
Нефтепродукты	33692±8423	12272±3068

Определения показали, что активный ил в значительной степени загрязнен нефтепродуктами (33692 мг/кг и 12272 мг/кг или 3,37% и 1,23%), причем ил, размещенный на иловых площадках, загрязнен в 2,7 раза больше по сравнению с илом, отобраным из вторичного отстойника. Кроме того, в илах накоплено большое количество меди, цинка, железа и марганца. Ил с иловой площадки содержит несоизмеримо больше цинка по сравнению с илом из вторичных отстойников – в 115 раз. Содержание меди, свинца, кадмия, никеля, железа в том и другом иле примерно одинаково.

Если рассматривать исследуемый активный ил, с точки зрения возможностей его использования в качестве удобрений для почв сельскохозяйственного назначения, то

этому препятствует наличие в нем большого количества нефтепродуктов. Внесение рассматриваемых илов в почву будет способствовать существенному загрязнению почвы. Известно, что низкий уровень загрязнения почвы характеризуется содержанием нефтепродуктов до 0,2%, в то же время указывается, что специальные мероприятия по санации и восстановлению нефтезагрязненных почв целесообразно начинать при достижении в них количества нефтепродуктов 1,0% [2]. Исследуемый же ил содержит до 3,4% нефтепродуктов, что недопустимо не только при использовании его в качестве удобрений, но и для рекультивации земель лесохозяйственного и рекреационного назначения.

По содержанию тяжелых металлов, их количество в иле из вторичного отстойника, тем не менее, соответствует требованиям вышеуказанного ГОСТа к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Также очевидно то, что концентрация цинка в иле с иловой площадки значительно превышает данные требования. Приведенная информация указывает на то, что загрязнение ила рассматриваемых очистных сооружений, размещенного на иловой площадке, не только нефтепродуктами, но и некоторыми тяжелыми металлами, исключает его применение в качестве почвоулучшающих средств.

Приемлемым способом использования токсичного активного ила является его внесение при рекультивации техногенно-нарушенных промышленных территорий, в частности, на нефтезагрязненные участки с целью снижения содержания нефтепродуктов в почвах. Автором предложено и проведены натурные эксперименты по очистке нефтезагрязненных почв и почвогрунтов, содержащих нефтепродукты в количестве до 3% от сухой массы почвы путем внесения в почвы или почвогрунты активного ила сооружений биологической очистки нефтесодержащих сточных вод после аэротенка и вторичного отстойника [3]. Применение ила производится совместно с коммерческими биопрепаратами нефтеокисляющих бактерий и позволяет в течение летнего сезона достигнуть значительно меньшего уровня загрязнения почвы нефтепродуктами. Однако предложенный способ использования активного ила не предполагает значительных объемов его полезной утилизации.

Другим направлением является обезвреживание токсичного активного ила после его уплотнения, обезвоживания и последующего смешения с реагентами, например, оксидом кальция [4]. Это применимо для обезвреживания и других отходов, содержащих нефтепродукты и тяжелые металлы: нефтешлама и загрязненных грунтов. Возможна также сушка активного ила после обезвоживания и дальнейшее сжигание. Данные способы также, по определенным причинам, не могут достигнуть широкого

распространения в природоохранной практике, ввиду создания дополнительных схем обезвреживания или сжигания больших объемов ила, их высокой стоимости и значительных эксплуатационных расходов.

Решением проблемы уменьшения объемов токсичного активного ила может быть частичное разделение потоков сточных вод, поступающих на станцию биологической очистки. Для сохранения стабильной работы очистных сооружений и достаточного качества очистки вод, возможно разделить потоки так, чтобы производственные воды смешивались только с частью хозяйственно-бытовых. Для этого, объем производственных стоков должен быть относительно небольшим в общем объеме подаваемых вод, в случае рассматриваемых очистных сооружений - эта доля составляет не более 7-8%. После реализации мероприятий по разделению потоков сточных вод и подаче производственного потока совместно с частью хозяйственно-бытового потока только на одну из линий очистного оборудования объем активного ила, загрязненного нефтепродуктами и тяжелыми металлами, сократится в 3 раза. Хозяйственно-бытовые стоки, подаваемые на две линии очистного оборудования без смешения с производственными и осадок этих стоков не содержат повышенные количества загрязняющих веществ, а ил с иловой площадки будет соответствовать нормам ГОСТа к осадкам сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыкова И.В., Панов В.П. Возможные механизмы накопления тяжелых металлов активным илом при биологической очистке сточных вод// Экологическая химия. 2009. Т. 18. №3. С. 142-147.
2. Рогозина Е.А. Актуальные вопросы проблемы очистки нефтезагрязненных почв//Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2006. №1. С. 1-11. Электронный ресурс: www.ngtp.ru
3. Надеин А.Ф. Пути использования активного ила от очистки нефтесодержащих сточных вод// Экология и промышленность России. 2012. №5. С. 56-58.
4. Надеин А.Ф. Рациональные пути обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов//Экологическая химия. 1999. №1. С.70-72.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МОРФОЛОГИИ ТЕРМАЛЬНЫХ ВИДОВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА LYMNAEIDAE

И.С. Пальцер

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Горячие источники представляют собой уникальные экологические системы [6]. Гидротермальные системы являются природными термостатами, где температура воды у истоков остается практически постоянной в течение довольно длительных промежутков времени. Отличительной особенностью гидротермальных сообществ моллюсков является определенный набор видов, доминирующих в специфических условиях среды - это брюхоногие легочные моллюски. Фауна моллюсков гидротермальных источников в настоящее время остается недостаточно изученной. Пресноводные моллюски, являясь одним из звеньев термальных водных биоценозов, играют существенную роль в биологических процессах, протекающих в водоемах. Гидротермы с их константным температурным и гидрохимическим режимом представляют собой более благоприятные местообитания по сравнению с зональными вариантами. В условиях гидротермальной аномалии горячих источников формируются поселения моллюсков со специфическим видовым составом и структурой [2]. У брюхоногих моллюсков выработался и закрепился комплекс физиолого-биохимических адаптаций, позволяющих им успешно обитать в условиях повышенных температур. Среди них значительная инертность интенсивности дыхательных процессов, специфические комплексы некоторых ферментативных систем, увеличение скорости развития и воспроизводства [1, 6].

Материалом для работы послужила фондовая коллекция термальных и континентальных моллюсков Зоологического института РАН в г. Санкт-Петербурге - преемника Зоологического музея Императорской академии наук, основанного в 1832 году. Во время обработки проб учитывались численность и морфометрические данные [5] семейства гастропод *Lymnaeidae*. Целью данного анализа было сравнение морфометрических показателей раковин видов, обитающих в термах, и видов, заселяющих континентальные водоемы.

При работе с коллекциями учитывалась информация, указанная на этикетках: номер пробы, сведения о месте сбора, коллекторах, занесенные в систематический каталог фондовой коллекции. За основу исследований были выбраны коллекции Журавского А.В., Жадина В.И., Иззатуллаева З.И. и др. При обработке материала использовался бинокулярный микроскоп МБС-10. Всего было промерено более 900 экземпляров моллюсков.

Морфологические особенности популяций моллюсков горячих источников прослеживаются и в размерных характеристиках раковин. Лимнеиды характеризуются значительной морфологической изменчивостью. В гидротермальном урочище Пымвадор отмечается резкое сокращение размеров раковин моллюсков [2]. В изученных коллекциях ЗИН РАН из горячих источников также наблюдается уменьшение параметров раковины лимнеид по сравнению с моллюсками континентальных водоёмов. Сокращение размеров моллюсков в более высоких широтах отмечалось в работах многих авторов [1, 3]. В данном случае сокращение размеров раковины в горячих источниках можно рассматривать как один из результатов реализации адаптивных стратегий видов (высокая скорость воспроизводства, повышенная плотность поселений, большие энергетические затраты) [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березкина Г.В., Старобогатов Я.И. Труды ЗИН АН СССР. 1988. Т. 174. 306 с.
2. Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Усачева О.В., 2011. Население моллюсков Субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период // Зоол. журнал. Т. 90. №11. с. 1304–1322.
3. Винарский М.В., Андреев Н.В., Каримов А.В., 2007. Широтная изменчивость размеров пресноводных легочных моллюсков (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) в Западной Сибири // Экология. № 5. С. 369–374.
4. Жадин В.И., Старостин И.В. Тропический моллюск *Melanoides tuberculatus* Müll. В Средней Азии // Доклады Академии Наук СССР. 1948. Т. LX, № 1.
5. Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: СГПУ, 2005. 507 с.
6. Хмелева Н.Н., Голубев А.П., Лаенко Т.М., 1985. Экология брюхоногих моллюсков из горячих источников Камчатки // Журн. общ. биол. Т. 46. № 2. С. 230–240.

КУЛЬТУРНЫЕ СМЫСЛЫ НАРОДНОЙ АРХИТЕКТУРЫ РУССКОГО СЕВЕРА

А.Б. Пермиловская

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В отечественной традиции исследования памятников архитектуры сложилась устойчивая практика рассматривать их либо с исторической, либо с археологической, либо искусствоведческой точки зрения, с культурологической же точки зрения, проблема рассматривается в этом исследовании впервые. Сравнительно недавно памятники архитектуры стали изучаться в новом, интегративном научном горизонте - как произведения культуры, имеющие большое значение для понимания истории культуры в

целом. В настоящем исследовании мы исходим из того, что «история искусства должна писаться как история культуры» (И.Э. Грабарь) [1].

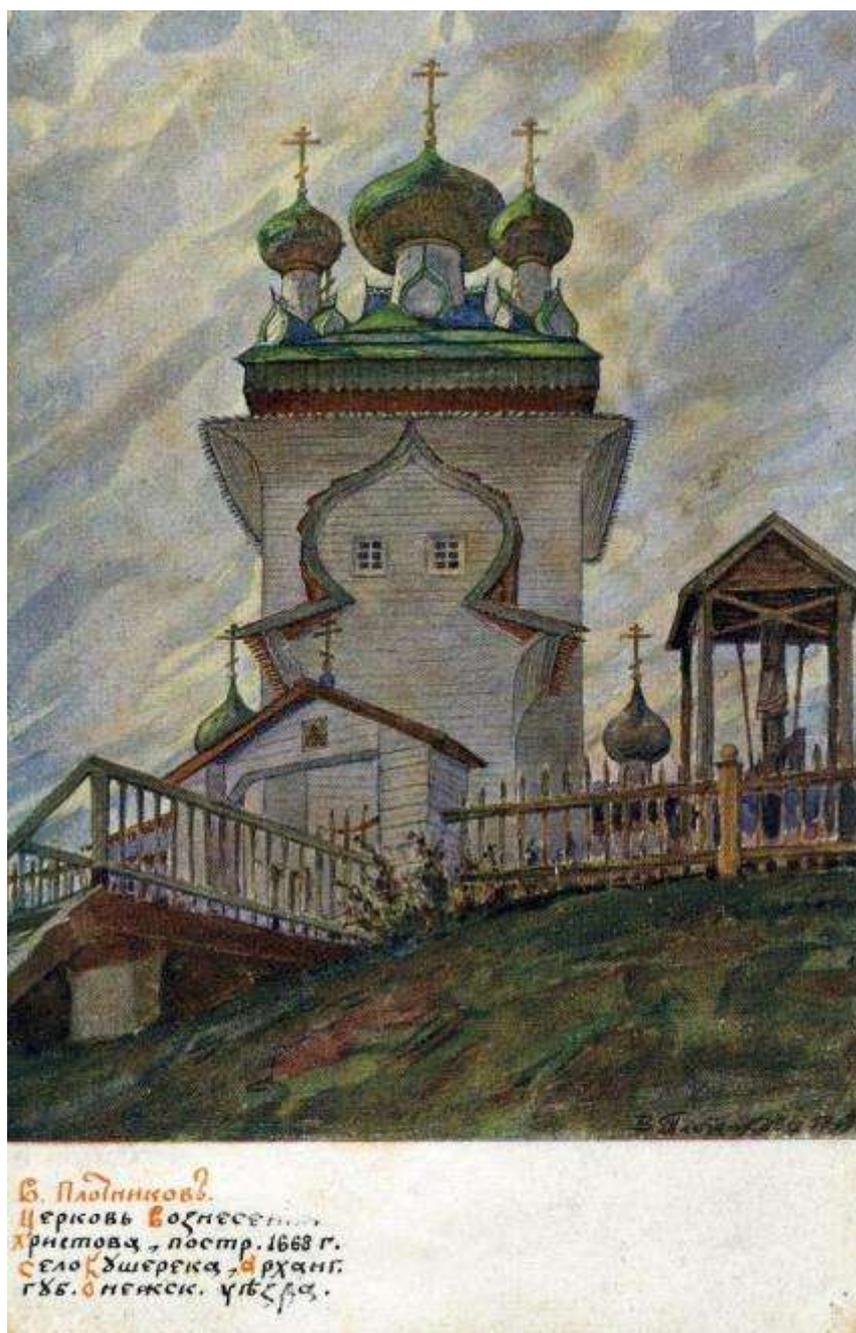


Рисунок 1. В. Плотников. Церковь Вознесения Христова, с. Кушерека, Архангел. губ., Онежского уезда, 1669 г. (на открытке дата не правильно) Историческая открытка из Музея космического искусства им. Н.К. Рериха.

«Русский Север» уже около двух столетий - это не только устойчивое словосочетание, вобравшее в себя особенности российского менталитета, но и понятие, отражающее важные для отечественной культуры смыслы. Культурный смысл северного поселения для современной России определяется тем, что это своего рода утопия, «благословенная страна». Русский Север - своеобразная территория, не столько изолированная пространственно, сколько обособленная духовно. Культурный смысл этих земель для России связан с тем, что на Русском Севере в XVII – XIX вв. сложилась если

не идеальная, то по-своему гармоничная система организации жизни, которая в России не была востребована. Бытие Русского Севера – это модель жизни свободного, даже в эпоху крепостничества независимого, экономически обеспеченного, верующего русского крестьянина, «государственника» по своему мышлению, «нигде в России крестьянин не добился большего успеха, чем крестьянин Севера, отстаивший границы своих земель и свой незакрепощенный статус» [2]. Жители Русского Севера были скорее своего рода *гражданами мира*, чем подневольными подданными Российской империи.

Для характеристики культурного кода Русского Севера мною предложена метафора, берущая свое начало в строительной терминологии русского деревянного зодчества и воплощающая культурные смыслы материальной среды и связанного с нею народного мировоззрения: *«Как мера и красота скажут»*. Именно такие выражения встречаются в старинных договорах (порядных), которые заключались между мастером плотницкой артели и «миром» (крестьянами-заказчиками). Проведенное исследование позволило сформулировать впервые выдвинутое положение: культурным кодом Русского Севера является народное деревянное зодчество. В основе исследования лежит полевой материал 33 экспедиций, в которых мною были обследованы 368 поселений Русского Севера; в 25 экспедициях я была руководителем, в 8 – участником. Общее количество обследованных памятников и артефактов народной архитектуры, элементов декора, предметов материальной культуры и крестьянского быта - около 10 тыс., в 80 % случаев они выявлены впервые. Именно такое количество авторских фотографий находятся в моем личном архиве, в архивах музея «Малые Корелы» и ИЭПС УрО РАН, из них около 200 составляют обмеры. Мною введены в научный обиход 1209 памятников и артефактов народной архитектуры, предметов традиционной культуры, из них впервые введены в научный оборот – 220, из них 107 - в с. Кимжа на Мезени. Другая значительная часть материала была собрана в архивах и музеях Архангельской, Вологодских областей, Карелии, Москвы, Санкт-Петербурга, а также материалы, составившие основу личного опыта, приобретенного в результате многолетнего изучения экспозиций музеев под открытым небом и памятников народной архитектуры «in situ» в России и Западной Европе. Исследование осуществлено при поддержке грантов: РААСН (2005), конкурса по приоритетным направлениям развития науки в Архангельской области (2008), федеральной целевой программы «Культура России» (2010), РГНФ (2005, 2010 - 2012). Результат работы отражен в 120 статьях, 4 монографиях (одна находится в печати) и докторской диссертации [3].

Для ученого очень важно выбрать правильный научный курс и следовать этому пути всю свою жизнь. Мой курс был выбран 37 лет назад и продолжается до сих пор.

Русский Север - это «страна зодчих», исторически сложившийся заповедник народного зодчества, которое по праву считается вершиной русской и мировой деревянной архитектуры. «На Севере... были выработаны все те совершенные формы деревянного зодчества, которые в течение веков непрерывно влияли на всю совокупность русского искусства» [1]. Изучение народной архитектуры в России долгое время было сосредоточено только на культовом зодчестве. Храмы были выявлены в конце XIX - первой половине XX веков И. Э. Грабарем, В. В. Суловым, М. В. Красовским и др., в середине XX века изучалось гражданское зодчество (И. В. Маковецкий и др.).

Осознание истинной ценности деревянного зодчества как целостного комплекса пришло только в 1970-е годы. Это ознаменовалась «залповой» защитой трех докторских диссертаций по народной архитектуре, которые были посвящены деревянному зодчеству Заонежья: Л. М. Лисенко (1976), А.В. Ополовникова (1976), В. П. Орфинского (1977). В 1981 году была защищена докторская диссертация Ю.С. Ушаковым «Ансамбль в народном зодчестве русского Севера: пространственная организация, композиционные приемы, восприятие». В основе моего исследования, представленного в рамках этой статьи – докторская диссертация «Культурные смыслы народной архитектуры Русского Севера», 2011. Работа явилась первым междисциплинарным исследованием народной архитектуры, опирающимся на опыт культурологического изучения исторического наследия, и отражает новое видение деревянного зодчества Русского Севера как базисной составляющей национальной культуры. Это первое исследование народной архитектуры в сфере культурологии, которое показывает историческую преемственность деревянного зодчества в сохранении и трансляции культурных ценностей и смыслов, представленного в церковной и гражданской народной архитектуре. Народная архитектура - это жилые, хозяйственные, производственные, торговые, инженерные, оборонные, культовые строения, поселения, созданные в большинстве случаев неизвестными мастерами на основе народных архитектурно-строительных традиций, отражающих ментальность русского крестьянства, где определяющее место принадлежит народному православию и мифопоэтическому мировоззрению. В работе представлено новое направление исследований по Русскому Северу как уникальной территории наследия, что позволило выявить культурные смыслы народного деревянного зодчества, выстроить типологию, выявить закономерности и противоречия развития и разработать модель, структура которой отражает особенности изучавшегося культурного феномена.

К основным **выводам** исследования относятся следующие. Особенности культуры Русского Севера – это результат проявления в ней русского хронотопа: смыслового единства времени и пространства, в качестве предметного воплощения которого

выступает культурный ландшафт северной деревни. Семантика и архитектурно-художественный образ народной культовой архитектуры (храм, часовня, крест) является отражением коллективной ментальности крестьянства, соотносясь с культурными смыслами православной картины мира. Крестьянский дом, представляющий собой жилой комплекс дома-двора, в условиях Севера являлся одним из главных способов освоения природной среды. Это нашло отражение в архитектурно-конструктивных особенностях, типологии, декоре. Интерьер дома синтезирует в пространственно-предметной и символической форме повседневную культуру и ритуально-сакральные основы жизни традиционной семьи. Культурные смыслы народной архитектуры Русского Севера имеют целостную семантическую природу, выражаемую через четырехчастную модель: 1). человек: свободный, духовно-наполненный, трудящийся, верующий, собирающий вокруг себя семью и ближних; 2). крестьянское жилище, дом-двор с соответствующим декором, архитектурно-конструктивными особенностями; 3). сакральные сооружения (храм, часовня, крест); 4). сельский мир, представленный в традиционном поселении Русского Севера, имея самостоятельную ценность и семантические характеристики, органично входит в состав целостного и впервые сформированного и обоснованного понятия «Русский Север – особая территория наследия», как отражения культурных смыслов жизни уникального российского региона. Культурным кодом Русского Севера является народное деревянное зодчество. Культурными смыслами народной архитектуры Русского Севера следует признать сакральные, повседневные, а также интегрирующие мифопоэтические и присущие народному православию представления, соединенные в целостную картину мира, материальным воплощением которой является сельское поселение. Моделирующие качества культурного смыслополагания Русского Севера сконцентрированы в народной архитектуре, поскольку это единственный круг артефактов, который материально сохранился. Поэтому построенная и описанная нами модель, сохранившая свои материальные и духовные составляющие на Русском Севере, имеет специфическое и важное научное значение.

Наша конференция посвящена Ф.Н. Юдахину и в заключении я позволю себе личные ноты. Ф. Н. Юдахин проявлял неподдельный интерес к культуре Русского Севера, к народной архитектуре, поддерживал развитие культурного направления в исследованиях академической науки. Видимо не случайно, наше настоящее знакомство произошло в музее деревянного зодчества «Малые Корелы» в январе 2002 г. Из своих геологических экспедиций он привозил и фотографии памятников культурного наследия Севера, в том числе и уникальные, которые я с благодарностью публиковала в своих монографиях.



Ф.Н. Юдахин, Л.А. Юдахина, А.Б. Пермиловская в музее "Малые Корелы". Фото И. Свинтицкого, январь 2002 г.

Исследование осуществлено при поддержке гранта РГНФ «Сибирь и Русский Север: проблемы миграций и этнокультурных взаимодействий. XIX – начало XXI вв.», проект № 1001 00470 – А

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабарь И.Э. История русского искусства. СПб, 1910. Т.1: Архитектура. До-петровская эпоха. 508 с.
1. Копанев А.И. Крестьяне Русского Севера в XVII в. / Под ред. Н. Е. Носова. Л.: Наука, 1984. 244 с.
2. Пермиловская А.Б. Северный дом. Петрозаводск : Петропресс, 2000. 224 с.; Она же Крестьянский дом в культуре Русского Севера (XIX - начало XX века). Архангельск : Правда Севера, 2005. 312 с.; Она же. Русский Север как особая территория наследия. Архангельск : ОАО «ИПП «Правда Севера»; Екатеринбург : УрО РАН, 2010. 552 с.; Она же. Культурные смыслы народной архитектуры Русского Севера. Архангельск : ОАО «ИПП «Правда Севера»; Екатеринбург : УрО РАН, Ярославль : ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2012. (в печати); Она же. Культурные смыслы народной архитектуры Русского Севера. Автореферат на соискание ученой степени доктора культурологии. Ярославль, 2011. 52 с.

ЗООГЕОГРАФИЯ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA: APIDAE, *BOMBUS* LATR.) НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЫ

Г.С. Потапов, И.Н. Болотов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В ходе настоящих исследований проведена инвентаризация видового состава шмелей северо-востока Европы. В результате изучения коллекций Зоологического института РАН, Института экологических проблем Севера УрО РАН, Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова установлено, что фауна шмелей исследуемого региона включает 36 видов: *Bombus (Kallobombus) soroeensis* (F.), *B. (Subterraneobombus) distinguendus* Mor., *B. (Megabombus.) hortorum* (L.), *B. (Mg.) consobrinus* Dahlb., *B. (Laesobombus) laesus* Mor., *B. (Thoracobombus) muscorum* (L.), *B. (Th.) ruderarius* (Müller), *B. (Th.) veteranus* (F.), *B. (Th.) deuteronymus* Schulz, *B. (Th.) humilis* Pleger, *B. (Th.) pascuorum* (Scop.), *B. (Th.) schrencki* Mor., *B. (Psithyrus) rupestris* (F.), *B. (Ps.) campestris* (Pz.), *B. (Ps.) bohemicus* Seidl, *B. (Ps.) barbutellus* (Kirby), *B. (Ps.) flavidus* Eversm., *B. (Ps.) norvegicus* (Sp.-Schn.), *B. (Ps.) quadricolor* (Lep.), *B. (Ps.) sylvestris* (Lep.), *B. (Pyrobombus) lapponicus* (F.), *B. (Pr.) monticola* Smith, *B. (Pr.) hypnorum* (L.), *B. (Pr.) pratorum* (L.), *B. (Pr.) jonellus* (Kirby), *B. (Pr.) cingulatus* Wahlberg, *B. (Alpinobombus) polaris* Curtis, *B. (Al.) alpinus* (L.), *B. (Al.) balteatus* Dahlb., *B. (Al.) hyperboreus* Schönherr, *B. (Bombus) sporadicus* Nyl., *B. (Bo.) lucorum* (L.), *B. (Bo.) patagiatus* Nyl., *B. (Melanobombus) sichelii* Rad., *B. (Ml.) lapidarius* (L.), *B. (Cullumanobombus) semenoviellus* Skorikov. Видовой состав шмелей северо-востока Европы неоднороден в направлении от средней тайги к арктической тундре. При этом наблюдается отчетливый широтный тренд видового богатства, свидетельствующий о том, что лишь небольшое число видов смогло освоить экологические условия Арктики и Субарктики, большинство же при этом приурочено к таежной зоне.

Анализ ареалогического состава фауны шмелей северо-востока Европы и используемая терминология основаны преимущественно на материалах скандинавских авторов [1]. Выявлено, что в региональной фауне преобладают виды транспалеарктического ареалогического комплекса (41,7 %), в меньшей степени представлены евро-сибирские (30,6 %), незначительно – сибирские, циркумполярные и европейские (11,1 %, 8,3 % и 8,3 % соответственно).

Главные иммиграционные маршруты, которые сформировали фауну шмелей северо-востока Европы, являются следствием постгляциальных процессов [2]. По

современным данным [3], в позднем плейстоцене (поздневалдайская ледниковая эпоха) Скандинавский покровный ледник не продвигался на восток далее Пинего-Кулойской низины. Не было ледникового покрова на п-ове Канин, в современной Малоземельской и Большеземельской тундре, в районах о-вов Колгуев, Новая Земля, Вайгач. Характерной чертой позднего плейстоцена была общая регрессия Арктического океана. В итоге вся мелководная часть шельфа была осушена, и береговая линия отступила на сотни километров к северу. Свободный от Скандинавского ледника район был занят перигляциально-тундровой растительностью с кустарничково-моховыми тундрами на севере, а также сочетанием тундровых группировок с березовым редколесьем на юге [3].

Вероятнее всего, фауна шмелей Колгуева, Вайгача и Новой Земли сформировалась тогда, когда эти территории представляли собой часть суши. На этот же период, возможно, пришлось проникновение в исследуемый регион видов шмелей циркумполярного ареалогического комплекса.

Эпоха потепления, связанная с интенсивной дегляциацией в Северном полушарии, определила повышение уровня океана, который достиг близких к современным значений. Очевидно, произошла изоляция островных топических комплексов шмелей от материковой части. К позднему голоцену в регионе сформировалась природная зональность, близкая к современной [3]. Вероятно, на это же время пришлось проникновение на материковую часть видов шмелей транспалеарктического, европейского, евро-сибирского и сибирского ареалогических комплексов.

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5, РФФИ № 10-04-00897, 11-04-98817, УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и проекта № 546152011 государственной ведомственной программы «Темплан вузов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pekkarinen A., Teräs I. Zoogeography of *Bombus* and *Psithyrus* in northwestern Europe (Hymenoptera, Apidae) // *Annales Zoologici Fennici*. 1993. № 30. P. 187-208.
2. Løken A. Studies of Scandinavian bumble bees (Hymenoptera, Apidae) // *Norsk Entomologisk Tidsskrift*. 1973. V. 20. P. 1-218.
3. Динамика ландшафтных компонентов внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130000 лет. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Вып. 2. Общая палеогеография / Под ред. Величко А.А. М.: ГЕОС, 2002. 232 с.

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ УРАНА И РАДИЯ В ВОДОЕМАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ БЫВШЕГО РАДИЕВОГО ПРОМЫСЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Н.Г. Рачкова, И.И. Шуктомова

ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

В Ухтинском районе Республики Коми в 1931-56 гг. существовало предприятие по добыче радия из пластовых вод нефтяных месторождений. На 12 заводах промысла эксплуатировалось около 150 скважин. За годы добычи было выделено 163 г радия. Его содержание в пластовых водах составляло 100 - 270 Бк/л. Вода из скважин поступала по водоводам на заводы. Там в нее добавляли хлорид бария, пропускали через дробленый гипс, осаждали сульфат бария- радия. Отработанную воду сливали на землю или в ближайшую реку. Путем спекания с древесным углем и хлоридами бария и кальция концентрат сульфатов переводили в растворимую форму. Барий и радий отделяли дробной кристаллизацией. Конечным продуктом были кристаллы, содержащие не менее 90 % бромида радия. Технологические потери начинались при доставке воды. Из-за ее протечек образовывались участки локального загрязнения, рассредоточенные на территории в 3000 км² [1]. Другая часть радия терялась при декантации осадка сульфата. Третья составляющая потерь продукции была обусловлена неполным растворением спекса хлоридов из смеси с древесным углем. Эта форма отходов названа «черными отвалами». Они, также как и «красные отвалы» - отходы добычи радия из урановой руды по технологии, использованной после 1947 г., были размещены на окраине п. Водный в необорудованном приповерхностном хранилище радиоактивных отходов. Ряд других объектов бывшего промысла также соседствуют с населенными пунктами.

В сообщении приведены результаты мониторинга содержания урана и радия в воде и донных осадках из водоемов, расположенных в импактной зоне хвостохранилища радиоактивных отходов и бывших заводов промысла № 7, 10 и 12.

Образцы отбирали в мае-октябре. Площадка завода № 7 (1 га) расположена в 285 м к западу от р. Ухта, дезактивирована, мощность экспозиционной дозы (МЭД) достигает 8.5 мкЗв/ч. В 300 м от этого участка на площади 4.6 га, составленной двухуровневой речной террасой и поймой р. Ухта, расположено хвостохранилище. Его территория дезактивирована, частично заболочена, МЭД может превышать 20 мкЗв/ч. В весенне-осенний период удельная активность грунтовых вод по урану достигает 0.73, по радю - 6.8 Бк/л [2]. В радиоактивном грунте содержится в среднем урана 1400, радия – 300 Бк/кг. Воды р. Ухта,

принимающей стоки хвостохранилища и территории бывшего завода №7, нейтральные со слабоокислительной обстановкой и удельной электропроводностью до 300 мкСм/см. Вода ручьев сильно минерализована, содержит много кальция, сульфатов, фосфатов, гидрокарбонатов. Участки заводов № 10 и 12 не дезактивированы, расположены вне населенных пунктов. Их площадь - 2.2 и 1.1 га, МЭД достигает 6.2 и 11.7 мкЗв/ч, соответственно. Завод № 10 находится на огибаемой р. Ярега гряде, №12 - на левобережье р. Лыя-Ель, притока р. Печора II порядка.

Таблица 1

Содержания урана в компонентах водоемов в зоне влияния хвостохранилища радиоактивных отходов

Водоем	Содержание урана (в расчете на ^{238}U)	
	в воде, мБк/л	в донных осадках, мБк/г*
р. Печора в зоне урановой минерализации (фоновый водоем)	2.44	15.29
р. Ухта в зоне стоков с завода № 7 и хвостохранилища	4.7 - 5.2	29.7
р. Ухта ниже хвостохранилища на 160 м	3.0 - 3.1	10.7
ручей 1	44.3 – 578.0	38.5 - 1918.4
ручей 2	16.8 - 287.8	34.1 - 599.4
ручей 3	23.12	н/д
ручей 4	254.6	н/д

* данные рассчитаны на воздушно-сухую массу донных осадков, н/д – нет данных.

Содержания урана и радия в воде исследованных ручьев (табл.1 и 2) существенно варьируют как в течение сезона, так и по руслу. Кратность различия удельной активности урана, обусловленная сезонными особенностями миграции, достигала 10 раз. Максимальные значения содержания урана в воде установлены для отбора в конце мая. Крайние значения удельной активности воды для водотоков, протяженность которых составляет всего несколько десятков метров, могут отличаться до 5 раз. Еще более неравномерно радионуклиды концентрируются в донных осадках, отобранных на разных участках ручьев. При этом не наблюдается четкой закономерности изменения их удельной активности по стоку. Содержания урана в водах ручьев на территории хвостохранилища значимо коррелируют с рН (0.72), электропроводностью (0.71), количеством в них гидрокарбонатов (0.71), кальция (0.71), сульфатов (-0.69), фосфатов (0.78), силикатов (0.69), а также с содержанием железа (0.91), в т. ч. органически связанного (0.86), в донных осадках. В целом, удельная активность поверхностных вод зоны хвостохранилища намного превышает среднемировые показатели для урана (2.3 Бк/л) [3]. Стоки хвостохранилища увеличивают содержание урана и радия в воде р. Ухта в импактной зоне ее русла. Кратность увеличения по отношению к региональным показателям (для бассейна р. Печора) для урана составляет 1.2-2 раза. Уровни вмешательства урана и радия [4] для

вод, отобранных в зоне влияния хвостохранилища, не превышены. Однако вызывает опасение их концентрирование в донных осадках, удельная активность которых по урану и радию на отдельных участках ручьёв превышает таковую для отходов, захороненных на хвостохранилище. Депонированные в донных отложениях вещества могут длительное время негативно влиять на водные экосистемы и изменять их устойчивость за счет токсического действия. Так, пороговая величина удельной активности урана в воде, токсичная для пресноводных растений, оценивается величиной 61 мБк/л (в расчете на ^{238}U). Для водоемов вблизи хвостохранилища она была превышена.

Таблица 2

Содержание радия-226 в воде и донных осадках водоемов из зоны влияния производственных объектов бывшего радиевого промысла

Водоем	Содержание радия-226	
	в воде, Бк/л	в донных осадках, мБк/г
реки Ухтинского р-на Республики Коми (рр. Ярега, Ухта, Н. Доманик)	0.004-0.09	н/д
р. Ухта в зоне стоков с завода № 7 и хвостохранилища	0.18	26.8
р. Ухта ниже хвостохранилища на 160 м	0.01-0.04	72.2
р. Ярега (участок русла вне зоны влияния завода № 10)	0.004	н/д
территория хранилища РАО		
ручей 1	0.24-0.33	1522 - 7827
ручей 2	0.06-0.11	320-5810
ручей 3	0.04	н/д
ручей 4	0.02	н/д
территория бывшего завода № 7		
ручей	0.01-0.04	0.08
мелиоративная канава	0.01- 0.11	3.35
территория бывшего завода № 10		
болото на границе территории зав. 10	0.07	
территория бывшего завода № 12		
р. Лыя-Ель ниже завода 12	0.02-0.04	0.21
мелиоративная канава	0.06- 0.27	0.49-4.27

В ходе исследования установлена миграция урана и радия из радиоактивных отходов и территорий производственных объектов бывшего радиевого промысла. Содержания радиоактивных элементов в воде варьируют в течение летне-осеннего сезона и по руслу водотоков. Вода из импактной зоны содержит уран в токсичных для гидрофитов количествах. Установлено концентрирование урана и радия в донных осадках водоемов. Изменение по руслу удельной активности седиментов не имеет выраженного закономерного характера. Корреляционный анализ данных свидетельствует о влиянии сульфатного, фосфатного, карбонатного комплексобразования, а также растворения и седиментации химических форм железа, изменения рН и минерализованности на распределение урана между абиогенными компонентами водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кичигин А. И. Таскаев А.И. «Водный промысел»: история производства радия в Республике Коми (1931-1956 гг.) // Вопросы истории естествознания и техники. 2004. Вып.4. С. 3-30.
2. Носкова Л.М. Динамика миграции U, Ra и Th в компонентах экосистем, нарушенных в результате радиевого производства. Автореф. на соиск. уч. ст. к.б.н., Сыктывкар, 2010. 25 с.
3. Palmer M.R., Edmond J. M. Uranium in river water // Geochim. Cosmochim. Acta. 1993. V. 57. № 20. P. 4947 - 4955.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2009.100 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД С ЦЕЛЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

А.Н. Рогач

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

При нефтедобыче оказывается негативное воздействие на компоненты природной среды, в частности, на геологическую среду. В условиях Крайнего Севера особенности геологического строения верхней части разреза, обусловленные, главным образом, наличием многолетнемерзлых пород (ММП), во многом определяют геологическую устойчивость и надежность эксплуатации объектов нефтегазодобывающих комплексов. Под геологической устойчивостью понимается способность геологической среды при активном воздействии антропогенных факторов сохранять и восстанавливать свои свойства. Нарушение термического режима ММП может привести к снижению устойчивости грунтов и, соответственно, инженерных сооружений, расположенных на их поверхности. Поэтому необходимо проводить изучение и анализ температурного режима верхней части многолетнемерзлых пород, с целью минимизации теплового воздействия нефтедобывающих объектов.

Впервые для европейской части Крайнего Севера подобный анализ термического состояния компонент верхней части геологической среды, находящихся под техногенным влиянием, был проведен на Ардалинском нефтедобывающем промысле (АНП).

На Ардалинском нефтепромысле проводятся регулярные наблюдения за состоянием многолетнемерзлых тундровых грунтов, находящихся в основании производственных сооружений, площадок и других объектов [1].

Наблюдения выполняются путем снятия показаний датчиков в термометрических скважинах, расположенных на эксплуатационной площадке «А», эксплуатационной площадке «Б», промплощадках центральных производственных сооружений (ЦПС), а также в скважинах полигона захоронения отходов бурения. Глубины термометрических скважин составляют 6,5...26,1 м.

Производственная площадка «А» отсыпана песком слоем в 3 метра, в ее пределах пробурено 3 термометрических скважины (А-72, А-73, А-74) и одна в 150 метрах от края отсыпки (А-71), которую можно использовать в качестве фоновой. Положительные температуры в скважине А-71 зафиксированы до глубины 1 метр и начиная с глубины 1,5 метра, породы круглогодично находятся в мерзлом состоянии, а глубина 6 метров определяет мощность яруса годовых теплооборотов, так как ниже ее породы практически не реагируют на годовые колебания температур окружающего воздуха.

В скважинах А-72...А-74, начиная с глубины 0 метров (за ноль взята поверхность почвы, отрицательные значения глубин обозначают отсыпку производственной площадки «А»), породы находятся круглогодично в мерзлом состоянии. На глубине -0.5 метров всего несколько случаев, когда были зафиксированы положительные температуры, это говорит о том, что в толще отсыпки происходит новообразование мерзлоты, что может привести к морозобойному растрескиванию, но пока данных случаев на территории площадки не выявлено.

Если деятельность по добыче нефти не оказывает существенного негативного влияния на многолетнемерзлые породы, то процессы закачки пластовой воды, вследствие постоянного во времени теплового воздействия масс горячей воды на толщу ММП, приводят к повышению температуры ее верхней части. Закачка пластовой воды на площадке «Б» производится через четыре нагнетательных скважины (Б-01, 02, 03, 04).

Температурная скважина Б-71 расположена на расстоянии 4.5 м от нагнетательной скважины Б-04. Закачиваемые в нагнетательную скважину большие объемы горячей воды оказывают растепляющее действие на толщу ММП. Влияние наружных температур атмосферного воздуха отслеживается только до глубины 3 м от поверхности площадки и 1 м от поверхности тундровых почв. Ниже глубины 3 м от поверхности площадки температура устойчиво находится в интервале $0+5^{\circ}\text{C}$, а ниже установки 8 м от поверхности площадки или 6 м от поверхности подстилающих площадку тундровых

грунтов явно отслеживается растепляющее влияние закачиваемых в скважину масс горячей воды.

Вместе с тем, сравнение изменений температур ММП в температурной скважине Б-71 и аналогичной скважины Б-74 показывает, что процессы растепления затухают с удалением от источника тепла. Скважина Б-74 расположена на расстоянии 9 м от нагнетательной скважины Б-01 и влияние закачиваемой воды на температуру ММП начинает сказываться с глубины только лишь 15 м от поверхности площадки (13 м от поверхности тундры) и имеет гораздо меньшее значение.

Территория ЦПС отсыпана песком слоем в 3 метра, в ее пределах пробурено 10 термометрических скважин (В21, В124, В304, В210, В222, В303, В304, В203, F6, D33). В скважины спущены термокосы с термисторами, расположенными с различными интервалами, между ними данных о распределении температур нет.

Для наиболее достоверной оценки изменения термического режима грунтов рассмотрим скважины, которые пробурены на одну глубину и на которых термисторы установлены с одинаковым шагом: В124, В210, В222, В203. В этих скважинах, начиная с глубины 2,5 метра, породы находятся круглогодично в мерзлом состоянии. На глубине 2 метра всего несколько случаев, когда были зафиксированы положительные температуры, это говорит о том, что в толще отсыпки происходит новообразование мерзлоты, что может привести к морозобойному растрескиванию, но пока данных случаев на территории ЦПС не выявлено. Общая граница яруса годовых теплооборотов, средняя по четырём термометрическим скважинам выделяется на глубине 8 метров, незначительные колебания температуры, вероятно, связаны с погрешностью самих термисторов.

Наблюдения за состоянием захороненного бурового шлама производились путем замера показаний термодатчиков в скважинах, пробуренных в теле шламонакопителей (А-75, А-77) и в фоновых термометрических скважинах А-76, А-78 [2]. Анализ усредненных данных термометрических скважин А-75 и 77 на различных глубинах показывает, что начиная с глубины 3,5 м, породы находятся круглогодично в мерзлом состоянии (рисунок 1), как и в фоновых скважинах А-76, А-78. На глубине 3 м отмечено всего несколько случаев, когда были зафиксированы положительные температуры.

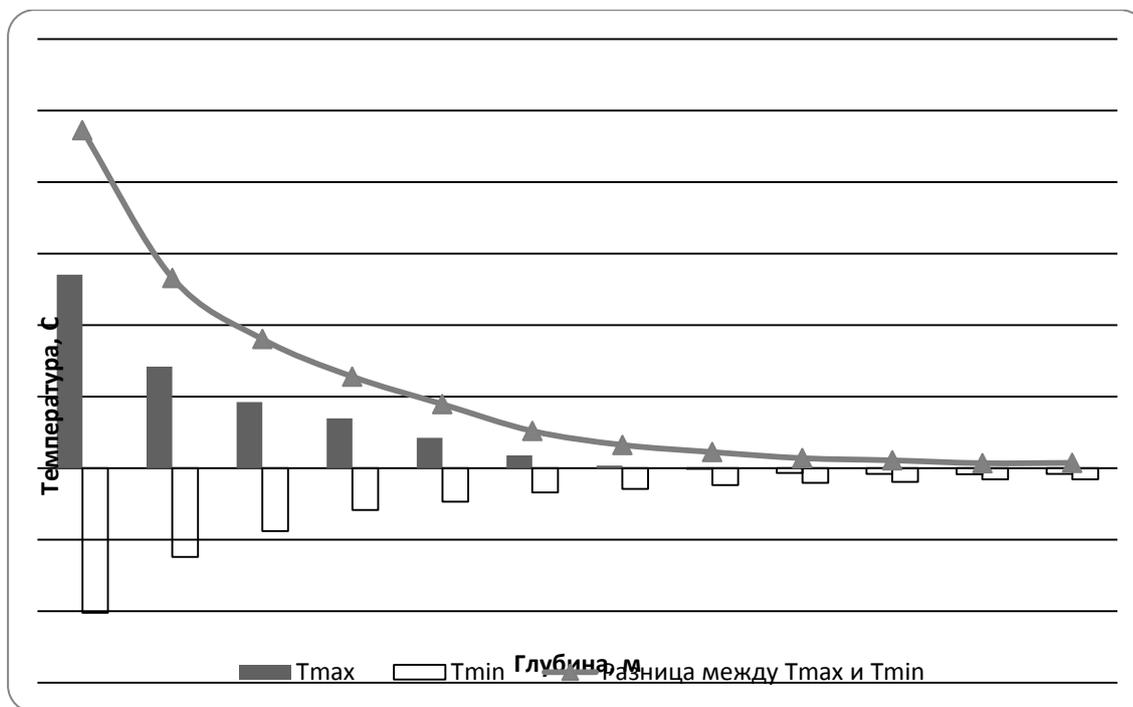


Рисунок 1. Значения максимальных и минимальных температур бурового шлама и график изменения разности между ними с глубиной в термометрических скважинах [3]

Территория полигона находится в нескольких километрах от производственных сооружений и не подвергается дополнительному тепловому воздействию. Поэтому глубина годовых теплооборотов значительно меньше, чем на других объектах. Такая же глубина характерна и для фоновых скважин. Это свидетельствует о том, что термический режим грунтов в теле шламонакопителя восстановился до фоновых значений.

Обобщенные результаты наблюдений за термическим состоянием верхней части многолетнемерзлых пород обеспечивают получение достоверных характеристик теплообмена в мерзлых и сезонно - промерзающих грунтах и позволяют найти методы повышения геоэкологической устойчивости приповерхностных пород при эксплуатации нефтедобывающих комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогач А.Н. Проект организации наблюдения за геокриологической средой на Ардалинском нефтяном комплексе. Сборник тезисов The Second Student International Scientific and Practical Conference OIL&GAS HORIZONS. Москва, 2010. С. 133-134.
2. Макаровский Н.А., Губайдуллин М.Г. Опыт утилизации отходов производства и бурового шлама на Ардалинском нефтепромысле /НТЖ «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе». М.: ВНИИОЭНГ, 2009 - № 7. – С. 23-29.
3. Винокуров Р.С., Губайдуллин М.Г. Анализ результатов мониторинга термического режима грунтов на территории Ардалинского нефтепромысла /НТЖ «Нефтепромысловое дело». М.: ВНИИОЭНГ, 2011 - № 11.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВЛИЯНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (УРОЧИЩЕ ПЫМВАШОР, БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

Т.В. Романис, Н.Г. Скютте

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Термальное урочище Пымвашор расположено в Ненецком автономном округе на восточной окраине Большеземельской тундры (67°09' с.ш., 60°51' в.д.). Принадлежит к бассейну р. Адзвы - правого притока р. Усы. Восток Большеземельской тундры - территория, прилегающая к западному макросклону Полярного и Приполярного Урала [3].

Почвообразовательный процесс обусловлен низкими температурами, коротким летом, широким распространением многолетнемерзлых пород, переувлажненностью и развивается по глеево-болотному типу [5]. Все типы тундровых почв, за исключением тундровых поверхностно-глеевых и дерновых, морфологически слабо выражены, маломощные, кислые, слабо гумифицированные. Район исследования относится к Среднеадзвинскому району южной кустарниковой (крупноерниковой) тундры Печорской провинции [4]. Зональная растительность исследуемого района представлена в основном различными вариантами ерниковых и ивняковых тундр.

Оценка температурного режима почв термального урочища субарктической гидротермальной экосистемы проводилась на глубине 0.2 м, так как температура почв на этой глубине является средним показателем теплового состояния (температурного поля) корнеобитаемого слоя [1,2,5]. Для определения термического режима почв м.н.с. Института экологических проблем Севера Скютте Н.Г. были использованы цифровой контактный термометр ТК-5.05 (далее - термометр) с погружаемым усиленным зондом и температурные регистраторы (далее терморегистраторы). Определение границ талых участков осуществляли в зимний период, в качестве признака, индицирующего границу участка, была принята температура почвы 0°C.

Заложены четыре разреза почв (один на плакоре, три - в зоне действия гидротермали). Индексация горизонтов проводилась в соответствии с руководством «Индексы и определения почвенных горизонтов» согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004). Геоботаническое описание фитоценозов проводили в соответствии с общепринятыми методами исследований [6]. Рельеф урочища Пымвашор был изучен в ходе аэровизуальных и маршрутных наблюдений.

Согласно температурному режиму [1] исследуемые почвы можно отнести к двум основным группам: почвы фонового участка относят к группе промерзающие к типу длительно сезоннопромерзающие с температурой почвы – 5.5 °С в самом холодном месяце на глубине 0.2 м. Почвы термальных полей к группе непромерзающие к типу непромерзающие с температурой почвы + 2.5 °С в самом холодном месяце на глубине 0.2 м. Совместно с Скютте Н.Г. высчитана «величина отепляющего воздействия» [7]

Первая (I) зона – прогретая. Максимальная температура почвы +19,7°С. Средняя величина отепляющего воздействия гидротермальной деятельности составляет 15,5°С.

Разрез I/3 (высота 88 м над у.м.) заложен в верхней части склона крутизной 15°, экспозиция восток-северо-восток. Растительный покров: мелкозлаково-разнотравный луг. Почва: Серогумусовая грубогумусированная глееватая.

Разрез II/4 (высота 84 м над у.м.) заложен в верхней части склона крутизна 15°, экспозиция восток-северо-восток. Растительный покров фрагментарный вейниково-осоковое приручьеовое болото. Профиль слабо дифференцирован, глубина 30 см, развит на скальных породах, и сильно обводнен термальными водами. Почва: глеезем перегнойный.

Вторая (II) зона – слабо прогретая. Максимальная температура почвы +7.6°С. Средняя величина отепляющего воздействия гидротермальной деятельности составляет 3.5°С. **Разрез III/8** заложен в нижней части склона расположен на территории березового редколесья крупнотравно-можжевельного (высота 78 м над у.м.). Почва: подзолистая с микропрофилем подзола.

Третья (III) зона характеризуется температурным режимом, соответствующим зональным климатическим условиям. Средняя разность температуры почвы и воздуха составляет 2.5°С. Соответствующий **разрез почв IV/2** делали за пределами термального урочища (высота 82 м над у.м.) в ивово-ерниково-лишайниковая тундре на плакоре. Почва: торфяно-подбур иллювиально-гумусовый глееватый.

По данным исследований выделено три температурные зоны вдоль градиента интенсивности термального воздействия. Две из них по величине отепляющего воздействия соответствуют термальным, а третья - зональным климатическим условиям. На поверхности почв первых двух термальных зон сформировались маломощные (от 1-2 до 6-7 см) органогенные горизонты, сменяющиеся постепенно оглеенными горизонтами. Самостоятельные гумусово-аккумулятивные горизонты в профиле рассматриваемых почв имеют очень малую мощность (менее 10 см). Общая мощность почвенного профиля не превышает 60 см. На территории первой зоны серогумусовые грубогумусированные глееватые и глеезем перегнойный. Для I/4 и II/5 разрезов характерен более тяжелый гранулометрический состав, что может свидетельствовать об их трансформации в

результате тепляющего воздействия и гумидными условиями формирования. В свою очередь условия, в которых формируются почвы плакора соответствуют зональным климатическим условиям, что отражено в, характерном для тундр, почвенном профиле и типе растительности.

Исследования выполнены при поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5, РФФИ № 10-04-00897, 11-04-98817, УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и проекта № 546152011 государственной ведомственной программы «Темплан вузов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М.: Изд-во «Колос». 1972. 359 с.
2. Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв / [отв. Ред. В.Н.Кудеяров]; Ин-т физ.-хим и биоло. Проблем почвоведения РАН. – М.: наука, 2006. 568 с.
3. Чернов Ю.И. Экология и биогеография. Избранные работы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 580 с.
4. Коперина В.В. Отчет о геологической съемке верхнего течения р. Адзвы и р. Хайпудыры в 1932 г. // Землеведение. 1933. Т. 35. Вып. 4. С. 314-337
5. Русанова Г.В. Полигенез и эволюция почв Субарктического сектора (на примере Большеземельской тундры). СПб.: Наука, 2010. 166 с.
6. Нешатаев Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л.: ЛГУ, 1987. 192 с.
7. Самкова Т.Ю. Структура растительности термального поля как отражение пространственной структуры гидротермальных процессов (на примере термальных полей Паужетской гидротермальной системы). Вестник КрауНЦ. Науки о земле. 2007. № 2. Выпуск № 10. 87-101 с.

УРОВНИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Рубцова, А.Ф. Троянская, Е.А. Вахрамеева

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Хлорорганические соединения (ХОС), широко распространенные в окружающей среде имеют не только антропогенное происхождение, а образуются и в природной среде в результате естественных энзиматических и термических процессов. В настоящее время известно около 4000 хлорорганических соединений, образующихся в природе, многие из которых потенциально опасны для окружающей среды [1]. Для изучения распространенности ХОС в водных экосистемах особый интерес представляют озера,

которые являются эффективными «ловушками» гидрофобных соединений, поступающих от локальных и региональных антропогенных источников загрязнения, а также отражают природные процессы, происходящие в окружающей среде [2].

В работе представлены данные об уровнях содержания хлорорганических соединений и особенностях их пространственного распределения в донных осадках малых озер таежной зоны, удаленных от прямых специфических источников хлорорганических соединений, связанных с применением хлорфенольных биоцидов в лесном хозяйстве и в разной степени подверженных влиянию хозяйственной деятельности в прошлом и настоящем. Исследуемые озера расположены на юго-западе Архангельской области на территории Кенозерского национального парка (КНП) в Каргопольском районе и Геобиосферного стационара (ГБС) «Ротковец» в Коношском районе. Озера характеризуются мелководностью и отличаются по величине условного водообмена.

Пробы поверхностного слоя донных осадков (0 – 10 см) отобраны в 2009 году. Хлорорганические соединения выделяли из проб донных осадков экстракцией смесью гексан-ацетон с последующим сжиганием экстрактов в токе кислорода при температуре 950°C в вертикальной печи АОХ-анализатора и детектированием выделившегося хлорид-иона методом микрокулометрии (DIN 38414, ч.17). Экстрагируемый органически связанный хлор (ЭОХ) характеризует общее содержание низкомолекулярных липофильных ХОС как антропогенного, так и природного происхождения.

Отобранные пробы донных осадков представлены илами, отличающимися по консистенции и цвету, с высоким содержанием органического углерода от 6,9 до 20,7%.

Концентрации ЭОХ в пробах донных осадков исследованных озер варьировали в довольно широком диапазоне от 0,7 до 12,3 мкг Cl/г в.с.в. с мозаичным распределением по акваториям озер. По уровню содержания ЭОХ в осадках выделяются три группы озер, отличающиеся по антропогенной нагрузке и по территориальному расположению (рисунок 1).

Самые низкие концентрации ЭОХ (в среднем 1,9 мкг Cl/г) выявлены в проточных озерах ГБС «Ротковец» (Святое и Узловское), находящихся под влиянием хозяйственной деятельности расположенных здесь населенных пунктов, и в слабопроточном озере Вильно на территории КНП, не подверженном антропогенной нагрузке.

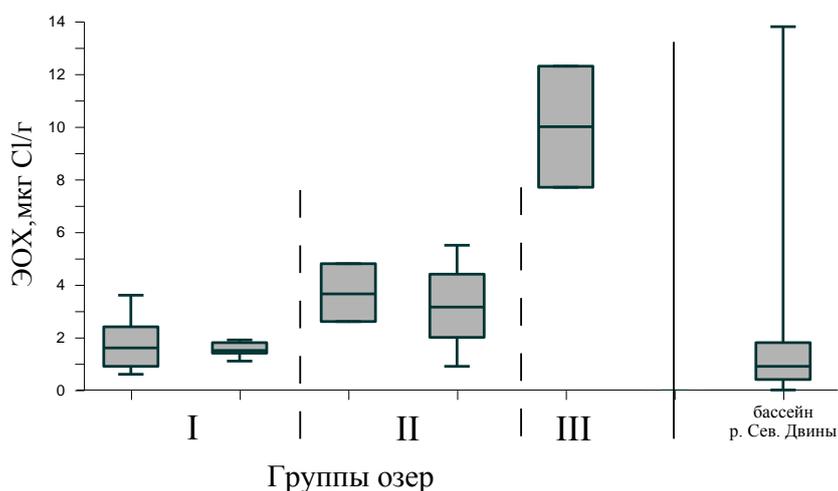


Рисунок 1. Распределение ЭОХ в озерных и речных донных осадках

Более высокие уровни содержания ЭОХ (в среднем 3,5 мкг С1/г) характерны для донных осадков озер КНП (Масельгское – Пежихерье) и ГБС «Ротковец» (Белое – Назаровское), не подверженных прямому антропогенному воздействию. Наибольшие концентрации ЭОХ (7,7 – 12,3 мкг С1/г) найдены в осадках практически бессточного озера Саргозера на территории КНП.

Количественное содержание и особенности пространственного распределения ЭОХ в осадках малых озер можно оценить в сравнении с результатами исследований донных осадков, выполненных в 2002-2009 годах на разных участках бассейна Северной Двины, включая ее устьевую область, подверженных влиянию деятельности лесопромышленного комплекса и урбанизированных территорий [3, 4].

Минимальная концентрация ЭОХ (0,7 мкг С1/г) в озерных осадках была заметно выше по сравнению с фоновым значением в речных осадках бассейна северных рек (0,1 мкг С1/г) Архангельской области, испытывающих влияние предприятий лесопромышленного комплекса. В большинстве проб исследованных озер (64,1 %) концентрации ЭОХ варьировали в диапазоне от 0,7 до 3,0 мкг С1/г, более широком по сравнению с речными осадками устья Северной Двины и ее притоков, под влиянием урбанизированных территорий с развитым лесопромышленным комплексом (от 0,1 до 1,5 мкг С1/г). Наибольшие концентрации ЭОХ (от 3,6 до 12,3 мкг С1/г) встречались в осадках всех исследованных малых озер, в то время как такие же уровни содержания в речных осадках формировались на локальных участках в зоне влияния лесозаводов, применявших в прошлом хлорфенольные биоциды (от 1,7 до 3,7 мкг С1/г) и целлюлозно-бумажных предприятий, использующих для отбеливания целлюлозы хлорсодержащие реагенты [3].

В отсутствии прямых источников антропогенного загрязнения на водосборной площади исследованных малых озер, при незначительном влиянии атмосферного переноса, уровни содержания и состав экстрагируемых хлорорганических соединений

отражают баланс между процессами энзиматического хлорирования органического вещества и деградации ХОС, происходящими как в почвах на водосборных площадях озер, так и в водной среде. Отсутствует корреляционная связь между содержанием ЭОХ и органического углерода, что обусловлено спецификой пространственного распределения хлорорганики в условиях гидродинамики слабопроточных озерных экосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Уральского отделения РАН (проект № 12-У-5-1014) и Президиума РАН (проект № 12-П-5-102).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gribble G. W. Natural Organohalogenes. Science Dossier. Euro Chlor. October 2004. 60 p.
2. Suominen.K. Ecotoxicology and Biogeochemical Functioning of Bleached Pulp Mill Recipient and Non-recipient Lake Sediments. Academic Dissertation in Microbiology. University of Helsinki. Division of Microbiology, 1999. 64 p.
3. Рубцова Н.А., Троянская А.Ф., Вахрамеева Е.А. Влияние промышленно-урбанизированных территорий на загрязнение хлорорганическими соединениями донных осадков бассейнов северных рек // Геологические опасности: Матер. XV Всеросс. конф. с межд. участием, 14-17 сентября 2009 г., Архангельск: ИЭПС УрО РАН. С. 385-388.
4. Троянская А.Ф., Вельямидова А.В. Современное состояние донных осадков бассейна реки Онеги по загрязнению хлорорганическими соединениями // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2009. № 2. С. 111-119.

ХРОМАТО – МАСС – СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СТОЧНОЙ ВОДЕ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

А.А. Слобода, М.А. Гусакова, К.Г. Боголицын

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Сточные воды целлюлозно-бумажных предприятий (ЦБП) относятся к сложным многокомпонентным аналитическим системам, качественные показатели которых определяются как особенностями технологического процесса химической переработки древесины, так и соотношением основных групп компонентов определяющих их состав. Ранее проведенными исследованиями, выполненными в Институте экологических проблем Севера Уральского отделения РАН и Северном (Арктическом) Федеральном Университете (С(А)ФУ им. М. В. Ломоносова) показано, что наиболее предпочтительным подходом к построению эколого-аналитического контроля является использование обобщенных показателей качества сточных вод. При этом приоритетным показателем является параметр ХПК (химическое потребление кислорода).

Установлено, что органическая составляющая сточной воды многих предприятий ЦБП связана с присутствием следующих групп компонентов (в скобках указан вклад данных групп компонентов в величину параметра ХПК на примере сточной воды усреднителя сооружений биологической очистки, отн. %): летучие вещества (11-20), лигнинные вещества (5-30), окисленные кислоты (8.0), экстрактивные вещества (0.1-7.7), нелетучие фенолы (1.5-3.0)[1].

Таким образом, для построения системы аналитического контроля хозяйственной деятельности предприятий ЦБП и обоснование приоритетности параметра ХПК необходимо определение выше указанных групп компонентов. Поскольку показатель содержания экстрактивных веществ в сточных водах рассматривается контролирующими органами как нормируемый, в данном исследовании решалась индивидуальная задача применения современных методов хроматографии для целей идентификации компонентов фракций органических соединений сточной воды производства сульфатной целлюлозы.

Объектом исследования была выбрана биологически неочищенная сточная вода производства сульфатной целлюлозы. Разработана схема пробоподготовки, учитывающая повышенный природный фон содержания гуминовых и лигнинных веществ (эта группа веществ определяет естественный фон северных рек, что может оказывать существенное мешающее влияние на точность и достоверность методов количественного определения ряда показателей), которая включает следующие стадии - удаление из нее взвешенных веществ, летучих компонентов и лигнинных веществ (схема 1).

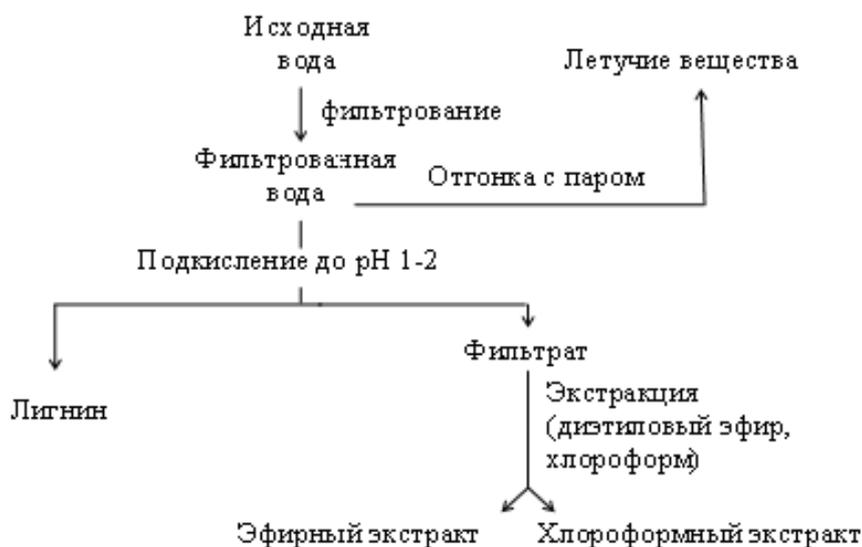


Схема пробоподготовки сточной воды производства сульфатной целлюлозы

Органические соединения из сточной воды извлекали жидкостной экстракцией, используя в качестве экстрагентов – диэтиловый эфир и хлороформ. Экстракцию подготовленной сточной воды проводили в двух вариантах следующим образом:

Вариант А (экстракция диэтиловым эфиром);

Вариант В (экстракция хлороформом)

Образец I: получен по варианту А (6-кратная экстракция) с последующей дериватизацией метанолом;

Образец II: получен по варианту А (6-кратная экстракция) с последующей дериватизацией триметилсиланом;

Образец III: получен по варианту В (6-кратная экстракция) с последующей дериватизацией метанолом;

Образец IV: получен по варианту В (6-кратная экстракция) с последующей дериватизацией триметилсиланом.

Качественный анализ состава экстрактов (1%-ные растворы в метаноле) проведен методом хромато-масс-спектрометрии с использованием следующего оборудования:

1) Газового хроматографа Agilent 6850 оснащенного масс-спектрометрическим детектором Agilent 5973N. Для разделения веществ использовали колонку Zebron ZB-Wax длиной 60 м, диаметром 0,25 мм и толщиной неподвижной фазы 0,25 мкм. Скорость потока газа носителя (гелия) – 1 см³/мин, температура испарителя 250°C. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Температурная программа термостата колонки: начальная температура 60 °С, далее до 250 °С со скоростью 15 °С в минуту. Идентификация соединений осуществлялась сравнением масс-спектров соединений с использованием базы данных NIST 2005.

На данном оборудовании проводился анализ образцов экстрактов I,II;

2) Хромато-масс-спектрометра Shimadzu QP2010S газовый. Для разделения веществ использовали капиллярную колонку HP-1ms (100% диметилполисилоксан, толщина фазы 0,25 мкм) длиной 30м, диаметром 0,25 мм и толщиной неподвижной фазы 0,25 мкм. Газ носитель – гелий, постоянный расход – 1 см³/мин. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Начальная температура термостата колонки 30°C; выдержка при начальной температуре – 2 мин; программирование температуры от 30 до 250°C со скоростью 10°C в мин. Выдержка при конечной температуре – 2 мин. Идентификация соединений осуществлялась сравнением масс-спектров соединений с библиотечными (MS08) масс-спектрами.

На данном оборудовании проводился анализ образцов экстрактов III и IV.

Результаты экстрактов представлены в виде хроматограмм на рисунке 1 - образец № I (верхняя хроматограмма) и образец № II (нижняя хроматограмма) и на рисунке 2 - образец № III (верхняя хроматограмма) и образец № IV (нижняя хроматограмма)

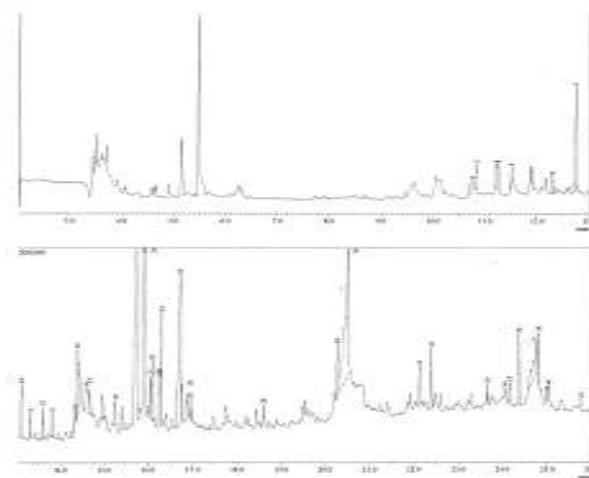


Рисунок 1. Хроматограмма образцов эфирных экстрактов № I и № II

В таблице 1 представлена интерпретация хроматограмм: эфирных экстрактов.

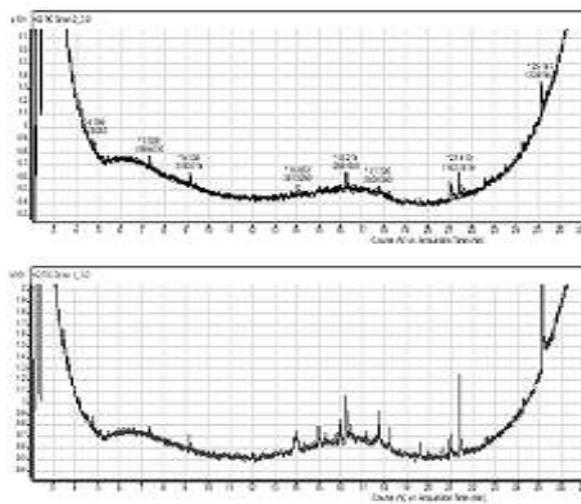


Рисунок 2. Хроматограмма образцов хлороформных экстрактов № III и № IV

Таблица 1

Состав образцов эфирных экстрактов сточной воды (№№ I и II)

Класс соединений	Образец № I	Образец № II
Фенол и его производные	4-метилфенол; Фенол; (4-метилтио)ацетофенон	2-(2-метил-2-пропенил)фенол; 4-(4-гидроксифенил)бутанон-2; 4-(4-гидроксифенил)бутанол-2; 3,5-дигидроксиацетофенон; Фенол
Карбоновые кислоты	Азелаиновая кислота; Олеиновая кислота; Стеариновая кислота	Азелаиновая кислота; Олеиновая кислота; Стеариновая кислота; Абиетиновая кислота; Пальмитиновая кислота; 9-октадеценовая кислота; Линолевая кислота
Углеводороды	Тетрадекан; Гексадекан; Сквален	Сквален

Анализ двух образцов хлороформных экстрактов методом ГХ-МС показал наличие нескольких пиков на хроматограммах, которые были идентифицированы с низкими значениями вероятности. Метод ГХ-МС также не позволил увидеть достаточно интенсивных пиков, соответствующих определяемым веществам.

Экспериментально установлено:

1. Экстракты сточной воды сульфатного производства представляют собой смесь органических соединений трех классов – производные фенола, карбоновые кислоты и углеводороды;

2. Применяемый при экстракции диэтиловый эфир позволяет выделить более разнообразную фракцию органических соединений в сравнении экстракцией хлороформом;

3. Дериватизация триметилсиланом образцов экстрактов позволяет зафиксировать широкий ассортимент карбоновых кислот и незначительное количество углеводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголицын К.Г., Соболева Т.В., Гусакова М.А., Почтовалова А.С. Личутина Т.Ф. Научные основы эколого-аналитического контроля промышленных сточных вод ЦБП// Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 168 с.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ В ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ ВЫЧЕГДЫ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Н.П. Тарасова, И.В. Мискевич

Научно-исследовательский Центр «Викинг», г. Архангельск

Происходящее в последние 30-40 лет глобальное потепление климата на нашей планете должно каким-то образом отразиться и на изменениях речных экосистем на северо-западе Российской Федерации. В работах, посвященных долгосрочному прогнозированию гидрометеорологических параметров на первую половину XXI века [1,2], для данной территории следует указать на наличие следующих выводов:

- среднегодовая температура воздуха будет возрастать;
- ледовитость водных акваторий будет уменьшаться;
- количество твердых и жидких атмосферных осадков будет возрастать.

Все вышеуказанные процессы активно влияют на формирование качества речных вод [3]. Для определения степени подобного влияния целесообразно провести статический анализ изменчивости гидрохимических характеристик на водосборе Северной Двины, которая является наиболее крупной рекой на северо-западе Российской Федерации. Для решения этого вопроса были выполнены исследования динамики показателей качества реки Вычегды, полученных по мониторинговым наблюдениям ОАО «Монди СЛПК» в период 2000-2011 годы на створе 8 км ниже по течению от железнодорожного моста около п. Малая Слуда. Этот створ условно можно считать фоновым, т.к. сколько-нибудь значительные источники загрязнения речных вод находятся на большом от него удалении.

Оценка изменений качества вод реки Вычегды выполнялась на основе одномерной регрессионной модели вида

$$C = (k_1 T + k_0) \pm \varepsilon_{95}, \quad (1)$$

где C – исследуемый параметр, k_1 и k_0 – эмпирические параметры, T – параметр времени, ε_{95} – погрешность расчетов 95 % обеспеченности. Погрешность определяется по формуле

$$\varepsilon_{95} = \sigma_C t_{St} (1 - R^2)^{0,5}, \quad (2)$$

где σ_C – среднеквадратическое отклонение для выборки C , t_{St} – значение критерия Стьюдента, R – коэффициент корреляции.

Для расчета использовались среднемесячные концентрации для безледоставного периода (май – октябрь). Вид полученных регрессионных уравнений, отражающих тенденции в изменчивости среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в водах реки Вычегды за исследуемый период, показан в таблице 1.

Таблица 1

Вид регрессионных уравнений, характеризующих изменчивость качества вод реки Вычегды в безледоставные периоды в 2000-2011 гг.

Показатель	Коэффициент корреляции	Уравнение
Взвешенные вещества	-0,15	$C = (-0,0615T + 9,9465) \pm 2,72$
ХПК	-0,11	$C = (-0,3125T + 36,15) \pm 18,79$
БПК ₅	-0,86	$C = (-0,0359T + 1,4782) \pm 0,14$
Фосфаты	-0,43	$C = (-0,0009T + 0,0337) \pm 0,016$
Хлориды	0,02	$C = (0,0036T + 2,1528) \pm 1,02$
Сульфаты	0,71	$C = (0,9607T + 4,7564) \pm 6,16$
СПАВ	-0,44	$C = (-0,0002T + 0,0107) \pm 0$
Азот аммонийный	-0,74	$C = (-0,0269T + 0,2912) \pm 0,16$
Нитриты	0,63	$C = (0,0009T + 0,0027) \pm 0,007$
Нитраты	0,92	$C = (0,0261T - 0,0278) \pm 0,07$
Фенол	-0,31	$C = (-0,0002T + 0,0038) \pm 0,003$
Формальдегид	-0,02	$C = (-0,00002T + 0,0158) \pm 0,007$
Метанол	-0,24	$C = (-0,001T + 0,0726) \pm 0,028$
Сухой остаток	0,48	$C = (1,5055T + 105,99) \pm 18,17$
Кислород	0,03	$C = (0,0035T + 9,3559) \pm 0,666$
Нефтепродукты	-0,34	$C = (-0,0008T + 0,0336) \pm 0,015$

Наиболее четко выделяющиеся тенденции в динамике исследуемых показателей обнаружены для нитратов, биохимического потребления кислорода (БПК₅), аммонийного азота, сульфатов и нитритов. Менее они выражены для сухого остатка, СПАВ, фосфатов, нефтепродуктов и фенолов. Для остальных ингредиентов подобные тенденции отсутствуют (хлориды, формальдегид, кислород) или не имеют статистически достоверного обоснования (взвешенные вещества, ХПК, метанол).

Достоверно значимое повышение концентраций в водах реки Вычегды наблюдается для нитратов, нитритов и сульфатов. Слабо выраженная тенденция к возрастанию концентраций в речных водах также зафиксирована для сухого остатка.

Достоверно значимое снижение концентраций загрязняющих веществ в речных водах наблюдается для БПК₅ и азота аммонийного. Уменьшение содержания также отмечается для СПАВ, фосфатного фосфора, фенолов и нефтепродуктов.

Анализ полученных результатов позволяет предположить, что зафиксированные тенденции отвечают ситуации, когда наблюдается повышение прогрева речных вод и удлинение вегетационного периода. Они также соответствуют повышению атмосферных осадков в весенний и осенний периоды при значительном снижении речного стока в летнюю межень. При этом за счет ускоренной минерализации органических веществ возрастает содержание в речных водах биогенных веществ, но аммонийный азот и фосфаты быстро потребляются водной растительностью, которая в условиях наблюдаемого потепления получает благоприятные условия для массового развития.

Повышение содержания в водах реки Вычегды сульфатов и сухого остатка можно связать с усилением влияния более минерализованных вод при наступлении низких меженных уровней в сухое жаркое лето.

Уменьшение содержания в речных водах формальдегида, фенолов и нефтепродуктов можно объяснить возрастанием интенсивности процессов самоочищения речных вод в условиях их повышенного прогрева, а также усилением контроля за сбросом сточных вод в последние годы.

Согласно методическому пособию [4] ряд уравнений из таблицы 1 пригодны для прогнозных расчетов, в частности, полученных для выборок длиной менее 15 значений и коэффициенте корреляции более 0,7. Согласно монографии [5] прогнозные расчеты по временным рядам гидрохимических наблюдений целесообразно ограничивать отрезком, не превышающим третью часть их длины. Таким образом, их можно осуществить для периода 2012-2015 гг. Результаты соответствующих расчетов, представлены в таблице 2.

Прогнозные значения содержания загрязняющих веществ в водах реки Вычегды

Показатель	Годы				
	2012	2013	2014	2015	2012-2015
БПК ₅	1,05	1,01	0,98	0,94	0,86 - 1,00
Азот аммонийный	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Нитриты	0,014	0,014	0,015	0,016	0,008 - 0,015
Нитраты	0,285	0,312	0,338	0,364	0,255 - 0,325

Анализ результатов прогнозных расчетов показывает на отсутствие негативной ситуации по качеству вод реки Вычегды в период *весна-лето-осень* в последующие 3 года. Можно предположить, что наблюдаемое потепление климата на северо-западе Российской Федерации в целом положительно сказывается на функционировании экосистемы этого притока Северной Двины. Правда остается неопределенность с откликом на данный процесс качества речных вод в период ледостава.

Данная работа выполнена в рамках договора № 1/2011-В/110607 на выполнение природоохранных исследований между НИЦ «Викинг» и ОАО «Монди СЛПК»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Изменения стока рек России при глобальном потеплении климата // Труды VI Всероссийского гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2007. С.159-163.
2. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А. Климат России в XXI веке. Часть 3. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 // Метеорология и гидрология. 2008. № 9. С. 5-19.
3. Справочник по гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 391 с.
4. Временные методические указания по оперативному прогнозированию загрязненности рек /Гидрохимический институт. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 103 с.
5. Основы прогнозирования качества поверхностных вод. М.: Наука, 1982. 181 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.Н. Тарханов, С.Ю. Бирюков

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Способность к семенному размножению у древесных пород в условиях загрязнения рассматривается как проявление устойчивости [1]. Дифференцированное воздействие

загрязнения на семенную продуктивность деревьев может привести к изменению генетического состава популяции [2]. Одни исследователи [3, 4, 5] указывают на признаки отрицательного влияния загрязняющих веществ на стадию закладки генеративных почек, «цветение», жизнеспособность пыльцы и яйцеклеток, развитие завязей и шишек, вызревание семян, качество семян, урожай шишек, другие [6] отмечают стимулирующее воздействие диоксида серы на семеношение и прорастание пыльцы как голосеменных, так и покрытосеменных растений.

Учет урожая шишек ели был проведен в районе Архангельского ЦБК под руководством и по методике А.И. Барабина [7]. Исследования проводили в ельниках черничных и приручейных на расстоянии 4–14 км от Архангельского ЦБК в 1999–2000 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Таксационная характеристика еловых древостоев

№ участка	Расстояние до АЦБК, км	Состав древостоя	Класс		Средний диаметр ствола, см	Средняя высота, м	Численность деревьев на 1 га, шт.
			бонитета	возраста			
Ельник приручейный							
2М**	4	8Е2Б+Ос	IV	V	18,1	14,7	640
11*	4,5	7Е2С1Б	IV	V	19,1	16,8	1220
12*	4,5	7Е2С1Б+Ос	V	VII	16,2	15,6	360
3Д**	5	8Е1Б1Ос+С	IV	V	16,8	15,4	780
8 км**	10	8Е2Б	IV	VI	20,8	18,5	960
Ельник черничный свежий							
8*	12***	5Е3Б1С1Ос +Ол	IV	IV	16,0	19,1	310
5К*	14	9Е1Б+С	IV	VIII	18,0	18,6	1380
Ельник черничный влажный							
6Д*	13	9Е1Б+С	IV	VIII	16,8	14,0	1240

* учет урожая 2000 г, ** 1999 г, *** расстояние до асфальтового завода

Было установлено [8], что урожай шишек ели (на 1–5 учетных мутовках и кроне в целом) возрастает с увеличением диаметра ствола (в расчете на одно учетное и семяношащее дерево). Число учетных деревьев составляло от 36 (2000 г.) до 102 (1999 г.). С увеличением диаметра ствола процент семяношащих деревьев возрастал, достигая 100 % у деревьев высших ступеней толщины.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ОДА) не выявили достоверных различий между рассматриваемыми типами леса по урожайности шишек ели на принятых уровнях значимости (табл. 2).

Таблица 2

Результаты ОДА влияния типа леса на урожай шишек ели

F	$F_{0,05}$	p	η^2
	Урожай шишек на 1-5мутовках		
5,26	5,99	0,06	0,47
	Урожай шишек на одном дереве		
4,19	5,99	0,09	0,41
	Урожай шишек на одном семеносящем дереве		
1,17	5,99	0,32	0,16
	Доля семеносящих деревьев		
2,41	5,99	0,17	0,29
	Общий урожай шишек		
1,54	5,99	0,26	0,20

Установлено достоверное ($p < 0,01$) изменение среднего числа шишек (в расчете на одно дерево) с расстоянием до Архангельского ЦБК (табл. 3).

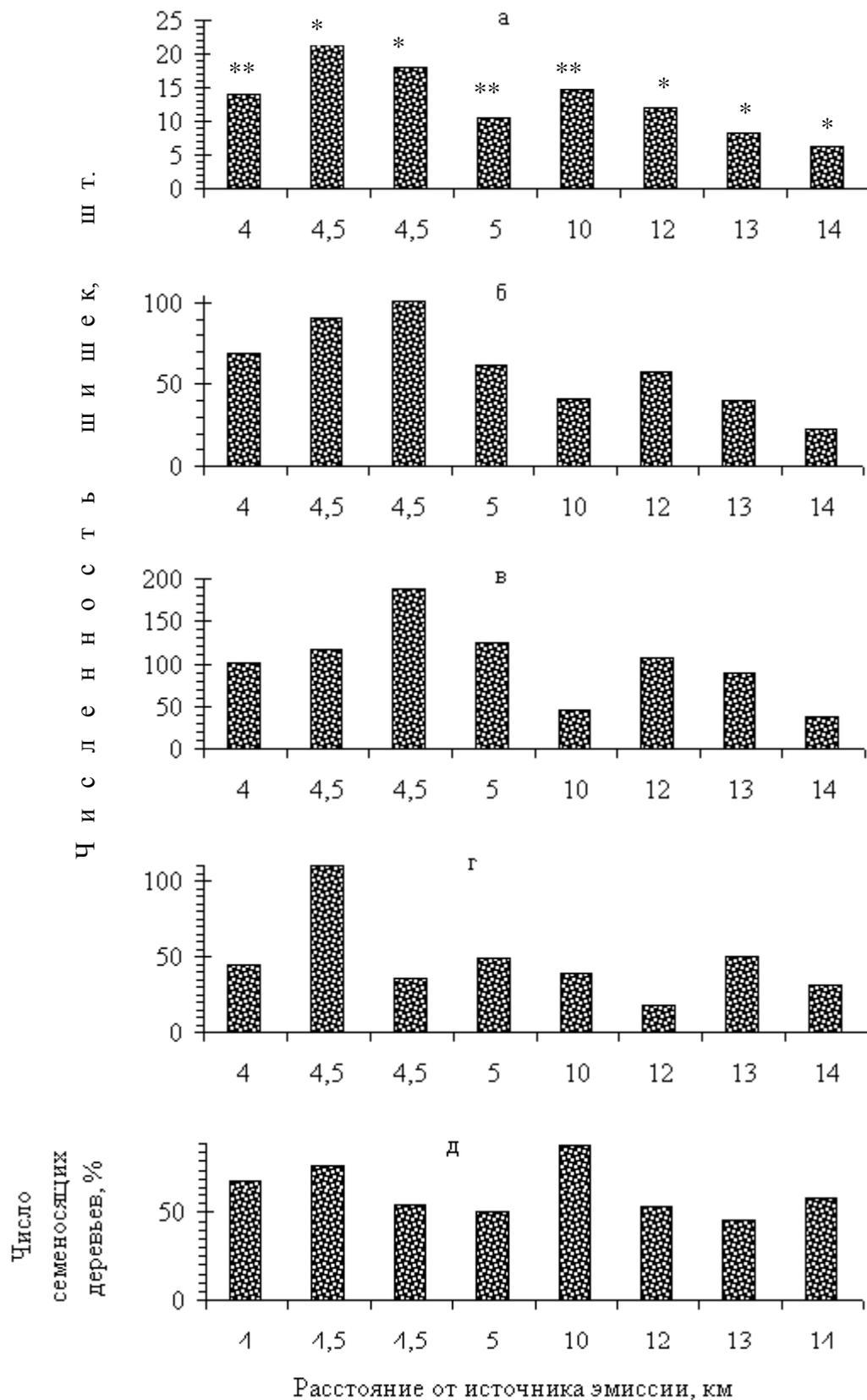
Таблица 3

Результаты ОДА влияния расстояния до Архангельского ЦБК на урожай шишек ели

F	$F_{0,05}$	p	η^2
	Урожай шишек на 1-5мутовках		
3,31	5,99	0,12	0,36
	Урожай шишек на одном дереве		
12,08	5,99	0,01	0,67
	Урожай шишек на одном семеносящем дереве		
5,22	5,99	0,05	0,50
	Доля семеносящих деревьев		
0,01	5,99	0,92	0,00
	Общий урожай шишек		
5,91	5,99	0,05	0,50

Примечание. В табл.2, 3 – F , $F_{0,05}$ – фактическое и критическое значение критерия Фишера соответственно, p – уровень значимости, η^2 – показатель силы влияния фактора.

Поскольку влияние рассматриваемых типов леса на урожай методом ОДА установлено не было, то при анализе урожая шишек на различном расстоянии от источника эмиссии данный фактор не учитывали (рисунок).



Численность шишек ели (а – на 1–5 мутовках одного дерева, шт.; б – на одно дерево, шт.; в – на одно семеносящее дерево, шт.; г – на 1 га, тыс. шт.) и семеносящих деревьев (д) в районе Архангельского ЦБК (* урожай 2000 г., ** 1999 г.)

В общем, в заданном диапазоне отмечена тенденция к повышению урожая шишек ели 2000 года с приближением к источнику эмиссии. Согласно ориентировочной шкале А.И. Барабина по оценке урожая шишек в зависимости от процента семеносящих деревьев в северных ельниках, составленной по предложенным им формулам [8], масса семян на 1 га (урожай 1999–2000 гг.) в районе Архангельского ЦБК может составлять 5–21 кг га⁻¹. Сравнительная оценка показала, что фактический урожай шишек ели на 1 га (1999–2000 гг.) на удалении 4–5 км от Архангельского ЦБК превышал величины урожая в ельниках Европейского Севера [8] в среднем в 2,7 раза, а на расстоянии 10–14 км – в 1,5 раза (усредненные данные для черничного и приручейного типов леса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 124 с.
2. Федорков А.Л. Адаптация хвойных к экстремальным условиям Крайнего Севера при техногенном загрязнении: автореф. дис. ... док. биол. наук: 03.00.16; 03.00.05. Сыктывкар. 2001. 42 с.
3. Ставрова Н.И. Влияние атмосферного загрязнения на семеношение хвойных пород // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л., 1990. С. 115–120.
4. Тарбаева В.М., Ладанова Н.В. Влияние аэротехногенного загрязнения на вегетативную и репродуктивную сферу хвойных: науч. докл. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. Вып. 342. 29 с.
5. Fedorkov A. Microsporogenesis, male flowering and development of Scots pine trees under pollution // IUFRO XX World Congress. Tampere, 1995. P. 1102–1103.
6. Антипов В.Г. Влияние сернистого ангидрида на генеративные органы древесных растений // Растительность и промышленное загрязнение, охрана природы на Урале. Свердловск, 1970. С. 31–35.
7. Барабин А.И. Лесосеменное дело / Искусственное лесовосстановление и интродукция на Европейском Севере. Архангельск: Арх. гос. техн. ун-т, 1998. С. 9–32.
8. Изучение состояния и биоиндикация загрязнений наземных и водных экосистем устьевого области Северной Двины: отчет о НИР (заключит.) / Ин-т экологических проблем Севера УрО РАН; рук. Тарханов С.Н. Архангельск, 2000. 616 с. № ГР 01. 9. 50. 004396. Инв. № 02. 200. 1 07101.

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИГНИННЫХ ВЕЩЕСТВ МОЛЕКУЛЯРНЫМ КИСЛОРОДОМ В КИСЛОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТОВ

Т.В. Торцева, Н.Р. Попова, К.Г. Боголицын

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

В последние десятилетия большинство научных исследований направлены на создание экологически безопасных способов комплексной переработки растительного сырья. Среди них приоритетными являются технологии направленного физического (сверхкритические флюидные среды) и химического (ионные жидкости, селективные катализаторы, экологически безопасные окислители) воздействия на структуру и свойства биополимеров с целью получения разнообразных продуктов с заданными потребительскими свойствами. В качестве экологически безопасных окислителей применяют молекулярный кислород, пероксид водорода, озон. Процессы каталитического окисления лигносодержащих материалов, основаны на использовании, главным образом, комплексных соединений металлов переменной валентности в качестве катализаторов, в частности, полиоксометаллатов. Однако механизм процесса окисления лигнинных веществ в присутствии полиоксометаллатов изучен не достаточно полно.

Целью данной работы являлась разработка механизма каталитического окисления лигнинных веществ молекулярным кислородом в кислой среде в присутствии полиоксометаллатов. Объектами исследований служили ванилиновый спирт и феруловая кислота, являющиеся модельными соединениями структурного звена лигнина гваяцильного ряда, содержащие такие характерные для лигнинных веществ функциональные группы как фенольные гидроксильные, метоксильные, спиртовые, карбоксильные группы и двойные связи алкенового типа (-CH=CH-). В качестве окислителя в изучаемых процессах использовали молекулярный кислород. В качестве катализаторов процесса были использованы ванадомолибдофосфат натрия ($\text{Na}_8[\text{PMo}_7\text{V}_5\text{O}_{40}]$) и марганецсодержащий ванадомолибдофосфат натрия ($\text{Na}_{11}[\text{PMo}_6\text{V}_5\text{O}_{39}\text{Mn}(\text{OH})]$).

Ранее нами исследовано влияние рН раствора, концентрации окисляемого вещества, кислорода и катализатора, температуры на кинетику процесса окисления и установлены следующие закономерности [1,2]:

- ✓ в отсутствие катализатора в кислой среде ванилиновый спирт и феруловая кислота практически не окисляются молекулярным кислородом;

✓ исследуемые процессы каталитического окисления ванилинового спирта и феруловой кислоты имеют первый порядок реакции по окисляемому веществу, катализатору и кислороду, при этом $\text{Na}_{11}[\text{PMo}_6\text{V}_5\text{O}_{39}\text{Mn}(\text{OH})]$ является в 1,5 раза более эффективным катализатором, чем $\text{Na}_8[\text{PMo}_7\text{V}_5\text{O}_{40}]$;

✓ начальная скорость реакции возрастает при уменьшении pH, что обусловлено активацией окисляемых веществ под действием H^+ за счет образования карбокатионов бензильного типа, стабилизированных посредством делокализации положительного заряда, а также образованием каталитически более активных форм полиоксометаллатов;

✓ на основании данных полученных при изучении влияния температуры на кинетику процесса рассчитаны значения основных термодинамических параметров (таблица 1).

Таблица 1

Значения E_a , ΔH^\ddagger и ΔS^\ddagger для реакции каталитического окисления ванилинового спирта и феруловой кислоты

Окисляемое вещество	Катализатор	E_a , кДж/моль	ΔH^\ddagger , кДж/моль	ΔS^\ddagger , Дж/(моль·К)
Ванилиновый спирт	$\text{Na}_8[\text{PMo}_7\text{V}_5\text{O}_{40}]$	38,5	35,9	-544
Феруловая кислота	$\text{Na}_8[\text{PMo}_7\text{V}_5\text{O}_{40}]$	32,4	29,7	-553
Феруловая кислота	$\text{Na}_{11}[\text{PMo}_6\text{V}_5\text{O}_{39}\text{Mn}(\text{OH})]$	31,8	29,2	-553

Достаточно низкие значения энергии активации (≤ 40 кДж/моль), вероятно, обусловлены тем, что в исследуемых процессах, возможно, принимают участие ионные и радикальные частицы. Большие отрицательные значения энтропии активации исследуемых процессов свидетельствуют об образовании в ходе реакции активированного комплекса, что сопровождается уменьшением числа частиц в растворе.

На основании анализа результатов проведенных исследований и литературных данных механизм каталитического процесса окисления в присутствии $\text{Na}_8[\text{PMo}_7\text{V}_5\text{O}_{40}]$ можно представить уравнениями (1-4). Используя метод квазистационарных концентраций разработана кинетическая математическая модель процесса:

$$v_0 = \frac{k_2[A]_0[\text{POM}_{\text{ox}}^{n-}][\text{H}^+]K^I}{K^I[\text{H}^+] + 1} \quad (5)$$

и рассчитаны кинетические параметры (таблица 2).

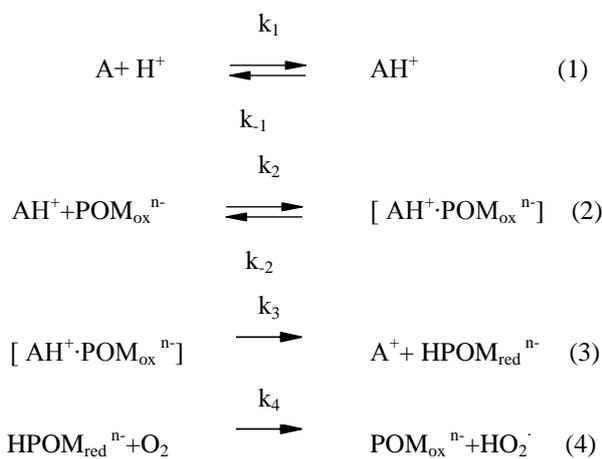


Таблица 2. Значения констант протонизации модельных соединений лигнина K^I и скорости реакции k_2 в присутствии $Na_8[PMo_7V_3O_{40}]$.

Модельное соединение	$K^I \cdot 10^{-4}$	k_2
Ванилиновый спирт	1,07	0,579
Феруловая кислота	12,07	1,275

где POM_{ox}^{n-} – окисленная форма катализатора, $HPOM_{red}^{n-}$ – восстановленная форма катализатора, A и AH^+ – соответственно молекулярная и протонированная форма модельного соединения, A^+ – продукт реакции окисления.

Предложенная схема (рисунок 1) подтверждена результатами ИК-спектроскопического анализа модельных соединений лигнина и выделенных продуктов их каталитического окисления. В спектрах продуктов каталитического окисления ванилинового спирта и феруловой кислоты отсутствуют полосы при 1000 см^{-1} и $966-990 \text{ см}^{-1}$, отвечающие за поглощение α -спиртовой группы и двойной углерод-углеродной связи в алифатической цепи, что свидетельствует о непосредственном участии данных функциональных групп в окислении.

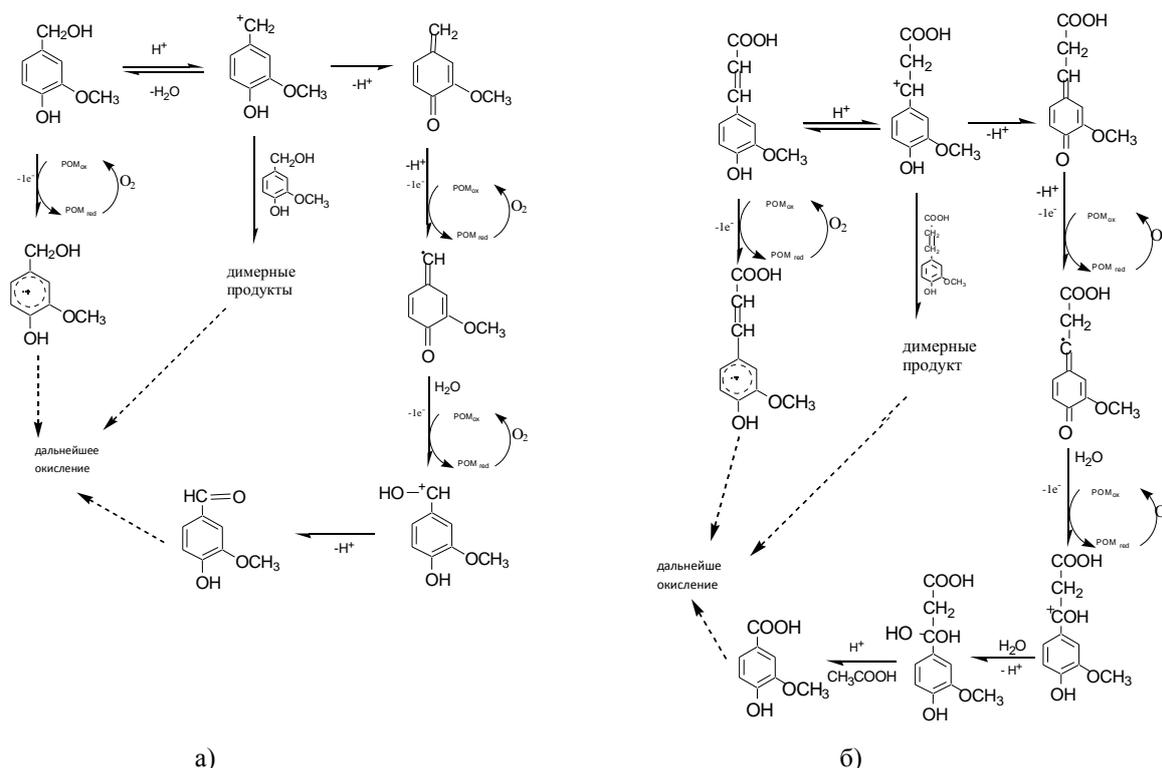


Рисунок 1. Схема превращения ванилинового спирта (а) и феруловой кислоты (б) в процессе окисления в присутствии полиоксометаллатов

Таким образом, на основании комплексных физико-химических исследований установлены основные закономерности изучаемых процессов, включающих в себя окислительное взаимодействие полиоксометаллата с окисляемым веществом (2,3), активированном посредством кислотно-основного взаимодействия со средой (1), с

последующей регенерацией восстановленной формы катализатора молекулярным кислородом (4).

С целью проверки установленных на модельных соединениях основных закономерностей их каталитического окисления нами было исследовано влияние продолжительности окисления, природы и концентрации катализатора, рН раствора и температуры на процесс окисления нативного малоизмененного диоксанлигнина (ДЛЕ) и технического сульфатного лигнина (ТСЛ) [3]. Установлено, что при окислении лигнинных веществ проявляются те же основные закономерности, которые определены для модельных соединений. Данный факт свидетельствует о том, что установленный механизм лежит в основе окисления лигнинных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поварницына Т.В., Попова Н.Р., Боголицын К.Г. и др. Каталитическое окисление феруловой кислоты с использованием в качестве катализаторов полиоксометаллатов//Журнал физической химии. 2010. №12. С.2245-2249.
2. Povarnitsyna T.V., Popova N.R., Bogolitsyn K.G. Catalytic oxidation of model lignin compounds in acidic medium// Catalysis for Renewable Sources: fuel, energy, chemicals. St.Petersburg. Russia. 2010. P.135.
3. Торцева Т.В., Попова Н.Р., Боголицын К.Г., Малков А.В. Каталитическое окисление диоксанлигнина и технического сульфатного лигнина растворенным молекулярным кислородом// Лесной журнал.2012.(в печати)

ПРИОРИТЕТНЫЕ СОЗ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ф. Троянская, А.В. Вельямидова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

К приоритетным стойким органическим загрязнителями (СОЗ) окружающей среды северных территорий России относятся полихлорированные диоксины и фураны (ПХДД/ПХДФ), а также гексахлорбензол (ГХБ) – компоненты применявшегося в лесопромышленном комплексе отечественного препарата пентахлорфенолята натрия (ПХФН), остаточные количества которых по настоящее время обнаруживаются в почвах и донных осадках в бассейнах северных рек [1, 2]. Продолжены работы по изучению распространенности СОЗ на северных территориях, актуальность которых усиливается в настоящее время в связи с ратификацией Россией в августе 2011 года международного соглашения в области охраны окружающей среды – Стокгольмской конвенции о СОЗ [3].

Приведены результаты сравнительного анализа загрязненности приоритетными СОЗ донных осадков малых озер на юго-западе Архангельской области, в разной степени удаленных от специфических источников, связанных с применением ПХФН. Исследованы малые озера, расположенные на территории Геобиосферного стационара (ГБС) «Ротковец» в Коношском районе и Кенозерского национального парка (КНП). Озера Ротковецкой группы на 40 км удалены от Коношского лесозавода, применявшего препарат ПХФН до 1996 года. Озера КНП находятся в северо-западной части Каргопольского района и не подвержены антропогенному влиянию.

Пробы поверхностного слоя донных осадков (39 проб) были отобраны в ходе экспедиционных работ в 2009 году. Анализ проб на содержание гексахлорбензола проводили методом капиллярной газовой хроматографии с электрозахватным детектором. Предел обнаружения ГХБ – 0,1 нг/г воздушно-сухого вещества (в.с.в.). Определение ПХДД/ПХДФ выполняли с использованием хромато-масс-спектрометрии в лаборатории аналитической экотоксикологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва) в соответствии с ПНДФ 16.1:2:2.2.56-08. Донные осадки характеризовались высоким содержанием органического углерода – от 6,9 до 20,7 %..

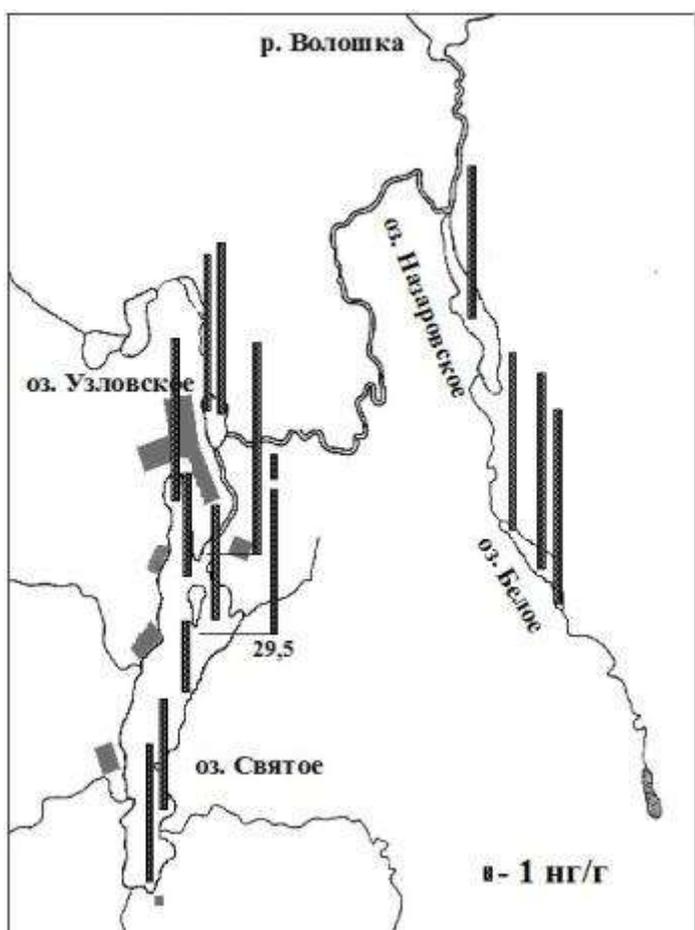


Рисунок 1. Распределение ГХБ (нг/г) в донных осадках озер ГБС «Ротковец»

Исследованные озера, разграниченные территориально, отличались и по количественному содержанию гексахлорбензола в донных осадках. Так, в осадках озер Ротковецкой группы концентрации ГХБ варьировали от 5,8 до 29,5 нг/г в.с.в. (рисунок 1). Локальные участки с наиболее высоким содержанием загрязнителя (12,9 – 29,5 нг/г) формировались в осадках озер Святое и Узловское, вблизи населенных пунктов. О связи загрязнения водосборной территории озера Святое с «нецелевым» применением ПХФН в период его интенсивного использования на Коношском лесозаводе было показано нами в 2002

году, когда количества гексахлорбензола в донных осадках было чрезвычайно высоким - от 257 до 718 нг/г [1]. В осадках озер Белое и Назаровское найдены идентичные концентрации ГХБ – от 12,5 до 16,2 нг/г.

Широкий спектр хлорорганических соединений (ХОС) нейтрального характера, зарегистрированных на хроматограммах гексановых экстрактов донных осадков, высокая интенсивность их пиков указывали на многообразие источников формирования современного загрязнения гексахлорбензолом, связанных с применением не только ПХФН, но и хлорорганических пестицидов, а также с процессами биотрансформации собственно ГХБ в донных осадках.

Более низкие концентрации гексахлорбензола (от 0,6 до 7,8 нг/г в.с.в.) были обнаружены в большинстве проб осадков озер КНП, отличающихся мелководностью и малым водообменом (рисунок 2). Лишь в единичных пробах встречались концентрации от 9,2 до 12,6 нг/г. Хроматограммы экстрактов донных осадков этих озер характеризовались менее широким спектром зарегистрированных ХОС.

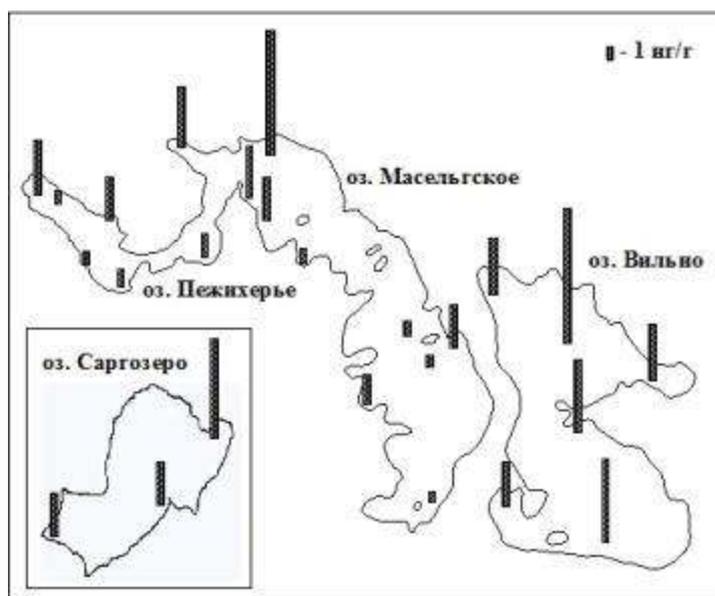


Рисунок 2. Распределение ГХБ (нг/г) в донных осадках озер КНП

применявших в прошлом ПХФН [2].

В отличие от гексахлорбензола не выявлено связи распределения концентраций ПХДД/ПХДФ в донных осадках с территориальным расположением исследованных озер. Уровни содержания ПХДД/ПХДФ в десяти выборочно проанализированных пробах варьировали в широком диапазоне значений как в массовых концентрациях 17 токсичных конгенов (от 5,6 до 1652 пг/г в.с.в.), так и в единицах эквивалентной токсичности (от 0,13 до 22,7 пг I-TEQ/г в.с.в.). В соответствии с известной классификацией по общим

Выявленные концентрации ГХБ в донных осадках озер по данным литературных источников представляются очень высокими. При этом найденные в осадках озер Ротковецкой группы наибольшие количества ГХБ входили в диапазон наиболее высоких концентраций, выявленных на локальных участках устья Северной Двины (от 15,5 до 59,4 нг/г) под влиянием вторичных источников загрязнения, сформированных в виде «горячих точек» на промплощадках лесозаводов,

концентрациям токсичных и нетоксичных конгенов ПХДД/ПХДФ [4] выделены три категории загрязнения донных осадков: загрязненные (от 1221 до 2071 пг/г), слабо загрязненные (от 196 до 374 пг/г) и фоновые, или «удаленные» (от 10,2 до 22,7 пг/г), на долю каждой из которых приходилось 30, 40 и 30 % проб, соответственно.

Во всех пробах озерных осадков в общей концентрации токсичных ПХДД/ПХДФ преобладали полихлорированные диоксины с доминирующим вкладом высокохлорированных окта- и гептахлорзамещенных конгенов. По сходству в распределении гомологических групп и 17 токсичных конгенов ПХДД/ПХДФ выделены две группы донных осадков. В осадках первой группы, отобранных в озерах Масельгское, Пежихерье, Вильно и в северной части озера Святое, по вкладу в эквивалентную токсичность доминировали три гомологические группы (тетра-, пента- и гексахлордиоксины), отражающие «fingerprint» отечественного препарата ПХФН. В осадках второй группы (озера Узловское, Белое, Саргозеро, южная часть озера Святое) доминировали гомологические группы пента- и гексахлорфуранов, приоритетные для процессов сжигания/горения древесины, угля и нефтепродуктов.

Таким образом, загрязнение донных осадков исследованных озер КНП и ГБС «Ротковец» приоритетными СОЗ обусловлено применением в прошлом ПХФН и процессами сжигания/горения органического сырья различного вида. В осадках озер первой группы проявляется преимущественно влияние препарата, тогда как в осадках озер второй группы – комбинация двух вышеуказанных источников, основным путем поступления приоритетных СОЗ от которых является атмосферный перенос.

Работа выполнена при финансовой поддержке Уральского отделения РАН (проект № 12-У-5-1014) и Президиума РАН (проект № 12-П-5-102).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троянская А.Ф., Вельямидова А.В. Современное состояние донных осадков бассейна реки Онеги по загрязнению хлорорганическими соединениями // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2009. № 2. С. 111-119.
2. Вельямидова А.В., Троянская А.Ф., Рубцова Н.А. Определение гексахлорбензола в донных осадках Северной Двины // Экоаналитика-2009: Тез. VII Всерос. конф. по анализу объектов окружающей среды, г. Йошкар-Ола, 21-27 июня 2009 г. С. 51.
3. Stockholm Convention. Countries. Status of Ratifications [Электронный ресурс]. URL: <http://chm.pops.int/Countries/StatusofRatification/tabid/252/language/enUS/Default.aspx>.
4. Holoubek I. et al. PAHs, PCBs and PCDD/Fs in sediment samples from Morava and Danube River catchment areas // Short papers of the 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Vienna, Austria. September 1993. V. 12. P. 301-304.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ УСТОЙЧИВЫМИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СВЯТОЕ

А.Ф. Троянская, Е.С. Колпакова, А.В. Вельямидова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Присутствие устойчивых хлороорганических соединений (ХОС) в окружающей среде на территории Архангельской области обусловлено преимущественно деятельностью предприятий лесопромышленного комплекса в прошлом и настоящем [1]. Выявление уровней содержаний устойчивых загрязнителей, мониторинг, изучение их «судьбы» в окружающей среде осуществляются в национальных и международных масштабах [2].

В работе приведены результаты наблюдений за изменением концентраций устойчивых приоритетных ХОС в озерных донных осадках на примере озера Святое, расположенного на юге Архангельской области в Коношском районе. В 2002 году в донных осадках озера были обнаружены высокие концентрации пентахлорфенола (ПХФ), гексахлорбензола (ГХБ), полихлорированных диоксинов и фуранов (ПХДД/ПХДФ) -

хлорароматических компонентов распространённого биоцида – пентахлорфенолята натрия (ПХФН) [3]. Источниками этих соединений в осадках были локальные очаги вторичного загрязнения на водосборной площади от применения ПХФН в прошлом, а также хозяйственно-бытовая деятельность населенных пунктов [4]. Для исследований были выбраны три локальные участка, расположенные в северной (I), восточной (II) и южной (III) частях озера (рисунок 1). Озеро Святое мелководное, с малой площадью водного зеркала является проточным и гидрографически связано с озером Узловское и рекой Волошкой.

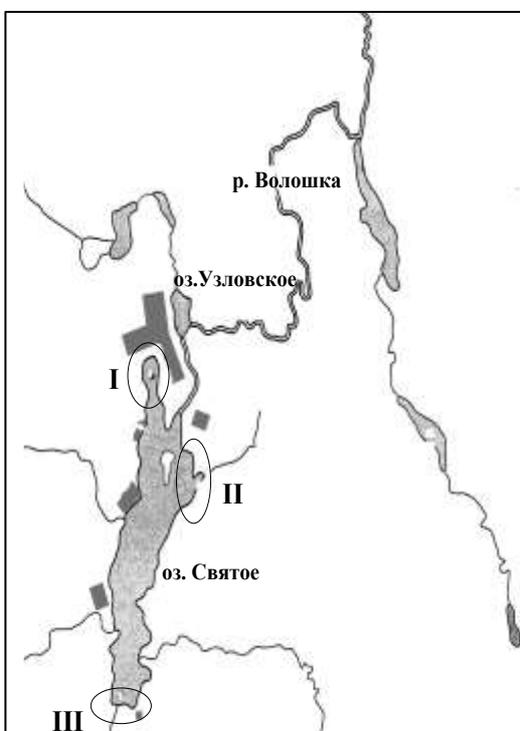


Рисунок 1. Станции отбора проб донных осадков

Образцы донных осадков были отобраны в ходе экспедиционных работ в 2008 и 2009 годах. Донные осадки озера характеризовались высоким содержанием органического

углерода (от 5,21 до 12,08 %) и величиной рН от 6,3 до 7,5.

Хлорорганические соединения выделяли из проб донных осадков методом проточной экстракции горячей смесью гексан-ацетон. Для извлечения ПХФ экстракт и остаток после экстракции обрабатывали гидроокисью натрия с последующим определением количественного содержания в виде ацетильных производных методом капиллярной газовой хроматографии с детектором электронного захвата. ГХБ определяли прямым газохроматографическим анализом. Нижний предел обнаружения: ГХБ – 0,1 нг/г воздушно-сухого вещества (в.с.в.), ПХФ – 1 нг/г в.с.в. Пробы на содержание ПХДД/ПХДФ анализированы в лаборатории аналитической экотоксикологии ИПЭЭ им.

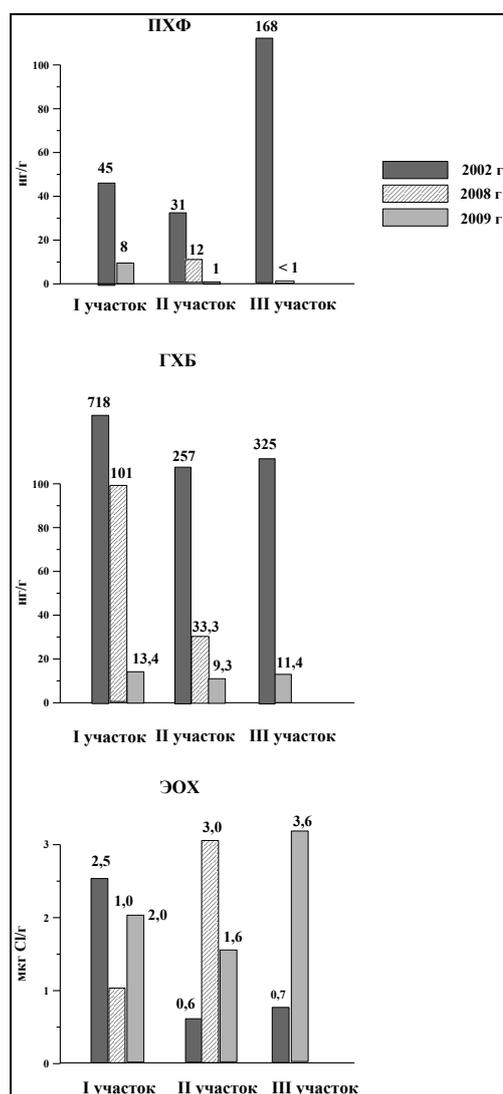


Рисунок 2. Распределение приоритетных ХОС в донных осадках озера Святое

А.Н. Северцова РАН (г. Москва) по методике ПНД Ф 16.1:2:2.2.56–08.

Как показано на рисунке 2, концентрации ПХФ в осадках на всех участках были очень высокие (от 0,031 до 0,168 мкг/г), а к 2009 году резко сократились: на северном участке – на 2 порядка, а в восточной и южной частях в озерных осадках ПХФ не был идентифицирован или присутствовал в следовых количествах. Можно предполагать, что снижение запасов остаточных количеств ПХФН в почвах на водосборных территориях привело к менее интенсивному перемещению ПХФ в озеро. Будучи ионогенным соединением, пентахлорфенол в осадках с рН 6,3-7,5 находился преимущественно в ионизированной форме, что способствовало его переносу в растворенном виде и с ресуспендированными осадками в системе озер Святое-Узловское-река Волошка. Во всех пробах ПХФ был обнаружен в легкоэкстрагируемом биодоступном для микроорганизмов состоянии, что также способствовало сокращению уровней его содержания в осадках.

Аналогичные тенденции к снижению концентраций были характерны и для гексахлорбензола, хотя по сравнению с ПХФ содержание этого более устойчивого нейтрального соединения сократилось в меньшей степени и в 2009 году оставалось довольно высоким (от 9,3 до 29,5 нг/г) (рисунок 2).

Обладая низкой растворимостью и высокой гидрофобной способностью ГХБ в значительной степени сорбируется на органическом веществе осадков, менее биодоступен, но в определенной мере подвергается биологическому разложению в компонентах природных экосистем.

Интересно отметить, что в 2002 году при сильном загрязнении озерных осадков распределение гексахлорбензола и пентахлорфенола характеризовалось их высоким вкладом в содержание органически связанного хлора (ЭОХ), массовую концентрацию которого определяли в гексановых экстрактах донных осадков на АОХ-анализаторе по немецкому стандарту DIN 38414 ч. 14 (рисунок 3). В 2009 году их доля в составе ЭОХ была очень низкой (менее 1,5%) при сильном варьировании ЭОХ (рисунок 2), что обусловлено особенностями формирования этого неспецифичного обобщенного параметра преимущественно за счет естественных процессов.

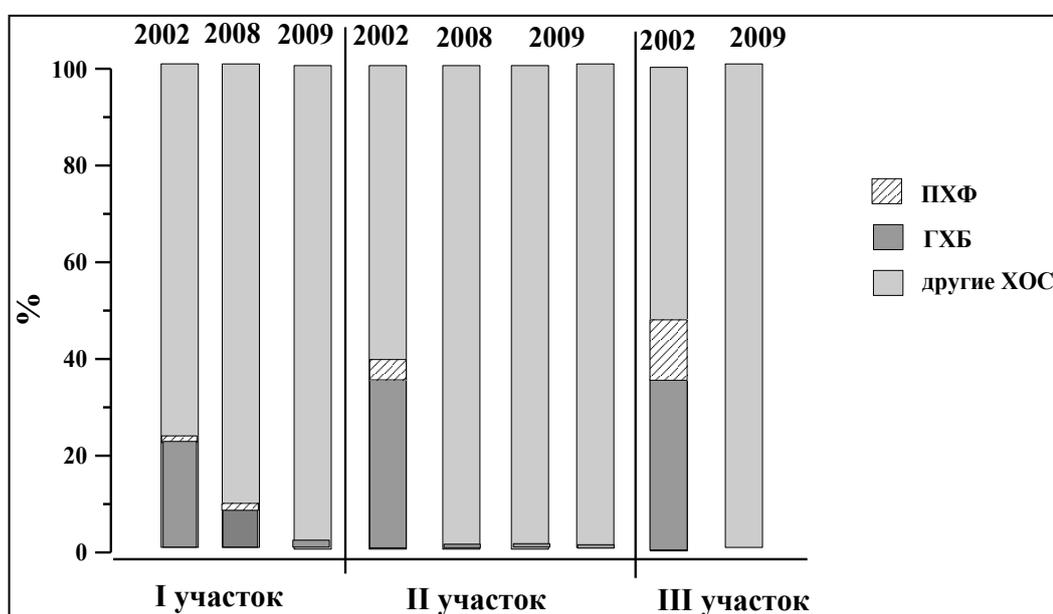


Рисунок 3. Распределение ПХФ и ГХБ в составе ЭОХ в донных осадках озера Святое

Что касается полихлорированных диоксинов и фуранов, то эти супертоксианты отличаются наиболее высокой устойчивостью к деградации. Уровень их содержания в осадках, обнаруженный в 2002 в северной части озера Святое, сократился в 2009 году всего в три раза и оставался очень высоким, составляя 22,4 пг/г осадков в единицах эквивалентной токсичности. Сохранялся конгенерный профиль ПХДД/ПХДФ характерный для препарата ПХФН с доминирующим вкладом полихлорированных диоксинов в суммарную эквивалентную токсичность.

Работа выполнена при финансовой поддержке Уральского отделения РАН (проект № 12-У-5-1014)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троянская А.Ф., Миняев А.П. «Состояние проблемы СОЗ в Архангельской области»// Всероссийская конференция по проблеме стойких органических загрязнителей. Москва, 2003. С. 150-154
2. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants // UNEP Chemicals. 2001. 54 с.
3. Троянская А.Ф., Вельямидова А.В. Современное состояние донных осадков бассейна реки Онеги по загрязнению хлорорганическими соединениями // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2009. № 2. С. 111-119.
4. Вельямидова А.В., Троянская А.Ф., Колпакова Е.С., Никитина И.А. Устойчивые хлорорганические соединения в донных осадках озера Святое на территории Архангельской области // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2012. № 2. С. 44-48.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСОКОТОКСИЧНОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ МЕТОДОМ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

*Н.В. Ульяновский^{1,2}, С.А. Покрышкин², Д.С. Косяков^{1,2}, А.Ю. Кожевников^{1,2},
К.Г. Боголицын^{1,2}*

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск.

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск.

Широко распространенный в природе верховой торф в настоящее время рассматривается как перспективное, доступное и недорогое сырье для получения широкого круга химических продуктов и, в том числе, эффективных сорбентов экотоксикантов различной природы.

Особое значение торф имеет в качестве сорбента компонентов ракетного топлива в связи с активной эксплуатацией космодрома «Плесецк» и использованием для приема отработанных частей ракет-носителей, содержащих остаточные количества высокотоксичного топлива на основе 1,1-диметилгидразина (несимметричного диметилгидразина, НДМГ), районов падения в приарктической зоне Европейского Севера РФ [1], для которых характерно преобладание торфяных болотных почв с высоким содержанием органического вещества (более 90%). Еще одним важным аспектом для данной области является создание сорбентов на основе торфа, пригодных для ликвидации аварийных разливов высокотоксичного топлива при эксплуатации ракетной техники [2].

В тоже время торф активно участвует в процессах трансформации НДМГ в окружающей среде, и до настоящего времени эти процессы остаются мало изученными. В работе [3] нами показано, что процессы взаимодействия 1,1-диметилгидразина с водной

вытяжкой торфа не происходят, что свидетельствует о протекании гетерогенных реакций на твердой поверхности. Для понимания происходящих на поверхности торфа процессов необходимо идентифицировать круг веществ, образующихся в результате деградации НДМГ.

Целью данной работы является идентификация продуктов трансформации несимметричного диметилгидразина в торфяных почвах, выявление роли лигнинных и гуминовых веществ в химических превращениях НДМГ.

В исследовании использовался образец торфяной почвы (верховой торф), характерной для Европейского Севера РФ, отобранный в Архангельской области.

В навески торфяной почвы, гуминовых кислот, сульфатного лигнина и песка вносили пятикратное количество по массе водного раствора 1,1-диметилгидразина с концентрацией 50 г/л. После этого образцы выдерживались в течение суток в герметичных емкостях для образования достаточного количества продуктов трансформации НДМГ.

Для изучения состава образующихся продуктов использован метод газовой хромато-масс-спектрометрии с термодесорбционной системой ввода пробы. Навески образцов массой 5 мг подвергались ступенчатому нагреву до соответствующих температур (50, 100, 150, 200, 250°C) в термодесорбере TD-20 газового хромато-масс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus (Shimadzu, Япония). После криофокусирования (при -30°C) газообразных продуктов разложения на каждой температурной ступени десорбции осуществлялся ввод в газовый хроматограф. Условия хроматографического разделения: газ-носитель – гелий (99,999%), скорость потока 1,05 мл/мин, деление потока 500:1. Температурная программа термостата колонок: 5 мин при 40°C, подъем до 120°C (5 К/мин), подъем до 170°C (10 К/мин), подъем до 250°C (15 К/мин), выдерживание при 250°C в течение 10 мин. Для разделения использовалась капиллярная колонка HP-5MS60 м.×0,32 мм (Agilent, США). Общее время анализа 41 мин.

Детектирование осуществлялось с помощью квадрупольного масс-детектора в режиме сканирования в диапазоне масс от 20 до 300 m/z. Тип ионизации – электронный удар (70 эВ). Температура ионного источника и интерфейса - 230°C, напряжение на детекторе - 0,7 кВ. Идентификацию компонентов проводили с использованием библиотек масс-спектров NIST-08 и Wiley-9.

Верхний предел температуры десорбции (250°C) ограничен возможностью интенсивного термического разложения природных полимеров с образованием большого количества летучих продуктов, мешающих хромато-масс-спектрометрическому определению целевых компонентов.

На рисунке приведены примеры полученных хроматограмм разделения продуктов трансформации 1,1-диметилгидразина в образцах торфа, лигнина и гуминовых кислот. В ходе исследования контрольного образца речного песка продуктов трансформации несимметричного диметилгидразина не обнаруживается, что говорит об участии в процессах химических превращений НДМГ органической составляющей почв.

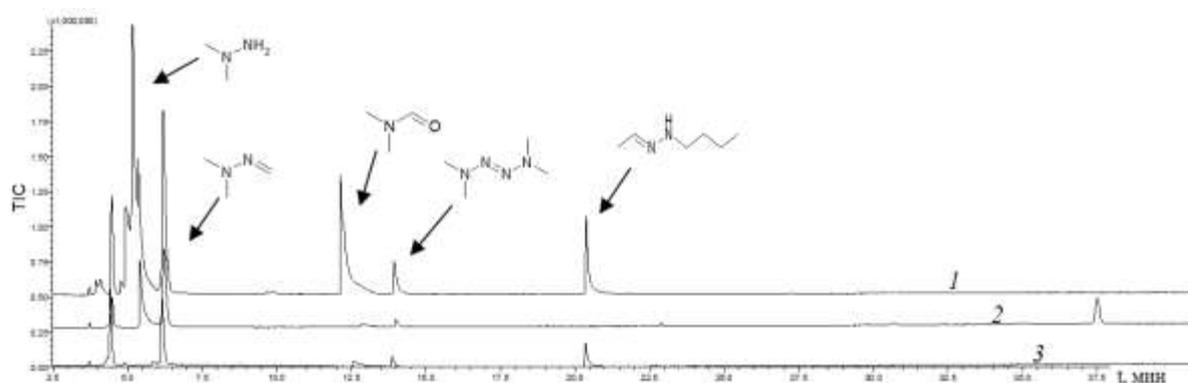


Рисунок. Хроматограммы по полному ионному току (ТIC) продуктов трансформации 1,1-диметилгидразина, извлекаемых при 50°C из торфа (1), лигнина (2) и гуминовых кислот (3).

Анализ полученных данных показывает, что в течение 24 часов после внесения НДМГ в исследуемые органические субстраты образуется широкий спектр продуктов трансформации, включающий 23 соединения, идентифицируемых со степенью совпадения с библиотечными масс-спектрометрическими данными не менее 80%.

Все исследуемые образцы характеризуются относительным сходством в качественном составе идентифицированных веществ, различаясь, в основном, относительным содержанием тех или иных компонентов, что свидетельствует о близости механизмов трансформации сорбированного НДМГ торфяной почвой, а также лигнинными и гуминовыми веществами.

В качестве основного продукта превращений несимметричного диметилгидразина выступает диметилгидразон формальдегида, на долю которого приходится до 27% от общей площади всех пиков на хроматограммах образца. В случае торфа к основным продуктам можно отнести также алкиламины, N,N-диметилформамид, бутилгидразон ацетальдегида. Присутствие последнего в почвах, загрязненных НДМГ, в литературе ранее не отмечалось. Следует обратить внимание, что источником образования бутилгидразона ацетальдегида в торфяных почвах являются гуминовые кислоты, в образце которых данный продукт трансформации так же обнаруживается в значительных количествах, в то время как при контакте НДМГ с лигнином это соединение не обнаруживается. Среди неизвестных ранее продуктов можно отметить и другие гидразоны: диметилгидразон 2-фуральдегида, бис(диметилгидразон) этандиала.

В случае торфа одним из основных компонентов является также N,N-диметилформамид, на долю которого приходится более 15% от общего содержания всех продуктов. В гуминовых кислотах и лигнине содержание ДМФА незначительно (менее 5% и 2% соответственно)

Значительный интерес представляет различие в остаточном содержании НДМГ в образце гуминовых кислот (1,8%) в сравнении с лигнином (30,9%) и торфом (38,4%), что свидетельствует о более высокой реакционной способности гуминовых веществ по отношению к 1,1-диметилгидразину, обусловленной, возможно, высоким содержанием карбонильных и карбоксильных групп, участвующих в образовании гидразонов, а так же связывающих НДМГ в ходе кислотно-основных взаимодействий с протеканием последующих реакций в твердой фазе.

Сопоставление результатов, полученных при различных температурах термодесорбции в исследуемом диапазоне, показывает преобладание в торфе слабосвязанных компонентов, переходящих в газовую фазу в основном уже при 50°C (83,51%). Лигнин характеризуется наиболее прочным удерживанием образовавшихся продуктов, максимальное количество выделяющихся компонентов наблюдается при 200°C (33,3%). Гуминовые кислоты по степени связывания азотистых соединений занимают промежуточное положение между торфом и лигнином (55,4% при 50°C).

По выполненной работе можно сделать следующие основные выводы:

1. При контакте 1,1-диметилгидразина с торфом в течение 24 часов образуется широкий круг продуктов трансформации, насчитывающий не менее 23 соединений.
2. Основными продуктами трансформации НДМГ в торфяных почвах являются диметилгидразон формальдегида а также некоторые другие гидразоны, что подтверждает значительную роль карбонильных групп в химических превращениях гидразинов, сорбированных ароматическими биополимерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бырька А.А., Боголицын К.Г., Косяков Д.С., Кожевников А.Ю. Изучение трансформации 1,1-диметилгидразина в почвенном покрове мест падения первых ступеней ракет-носителей// Экология и промышленность России, М: 2011. №9. С. 29-31.
2. Семушина М.П., Боголицын К.Г., Кожевников А.Ю., Косяков Д.С. Изучение сорбционных свойств верхового торфа по отношению к несимметричному диметилгидразину// Экология и промышленность России. В печати.
3. Ульяновский Н.В., Косяков Д.С., Кожевников А.Ю., Боголицын К.Г. Динамика связывания 1,1-диметилгидразина торфяной почвой, характерной для Европейского Севера РФ// Экология и промышленность России. №4, Апрель 2012. С. 32-35.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД Г. СЕВЕРОДВИНСКА

Т.В. Усачева, Л.Ф. Попова

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

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта. Они образуются за счет насыщения атмосферными осадками, водами рек и озер, притоком поверхностных вод. Эти воды заключены в рыхлых и в слабосцементированных породах (вода пластового типа), залегают в четвертичных отложениях (поровые воды). На режим грунтовых вод, их качество оказывают влияние метеорологические, гидравлические условия и хозяйственная деятельность человека.

В условиях г. Северодвинска первые водоносные горизонты повсеместно залегают на глубине 0,2-2,0 м, грунтовые воды питают верхние техногенные грунты, созданные в результате намывки песчаной подушки при отсыпке и планировке территории города. В условиях промывного водного режима почв г. Северодвинска происходит свободное проникновение веществ-загрязнителей с водными потоками в грунтовые воды, а далее их свободная миграция по всему почвенному профилю.

Химический состав грунтовых вод следует считать интеграционным показателем санитарного состояния почв и эффективности проводимых в городе природоохранных мероприятий. Для оценки экологического состояния почв в г. Северодвинске на участках, отличающихся временем формирования почв, было заложено двенадцать пробных площадей (далее ПП) для отбора грунтовых вод. На базе лаборатории биогеохимических исследований ИЕНБ САФУ имени М.В. Ломоносова проведены исследования химического состава грунтовых вод первого водоносного горизонта по следующим показателям: рН, содержание органического вещества (далее ОВ), гидрокарбонат-ионов (HCO_3^-), хлорид-ионов (Cl^-), сульфат-ионов (SO_4^{2-}), катионов магния (Mg^{2+}) и кальция (Ca^{2+}), обменного калия (K_2O).

Реакция среды грунтовых вод изменяется от 6,1 до 7,6 рН и смещена в щелочную сторону, что является общей тенденцией, отмеченной для городов. Такие грунтовые воды не агрессивны по отношению к корневой системе растений и почвенной микрофлоре.

Содержание гидрокарбонат-ионов (HCO_3^-) в грунтовых водах Северодвинска колеблется от 1,6 до 30 мг-экв/л. Эти воды участвуют в растворении карбоната кальция поскольку являются выщелачивающими (грунтовая вода содержит более 0,4-1,5 мг.экв./л HCO_3^-), что способствует смещению реакции среды почвенного раствора в щелочную

сторону, кроме того вымывание ионов кальция (Ca^{2+}) из верхних почвенных горизонтов в нижние ухудшает прочность структуры почв и ее физические свойства.

Содержание хлорид-ионов (СІ) в грунтовых водах колеблется от 3,2 до 5183,0 мг/л. Высокое содержание их практически на всех ПП является следствием применения хлоридсодержащих противогололедных материалов. Хлорид-ионы вступают в почвенном растворе в обменные реакции, что обуславливает высокую миграционную способность их в почве при повышенной влажности. Это имеет свое положительное значение, так как избыток хлорид-ионов вреден для некоторых растений.

Самой распространенной формой нахождения соединений серы в грунтовых водах являются сульфаты, наиболее доступные растениям. Отнесение грунтовых вод к сульфатным производится тогда, когда они содержат свыше 250,0 мг/л SO_4^{2-} . Содержание и распределение сульфат-ионов в грунтовых водах, обусловлено их генетическими особенностями, характером почвообразующих пород, гранулометрическим составом почв и содержанием гумуса. Способность почв к адсорбции сульфатов увеличивается с глубиной, способствуя удерживанию их при выщелачивании. Количество SO_4^{2-} в грунтовых водах г. Северодвинска колеблется от 2,0 до 1224,6 до мг/л. Самая высокая концентрация сульфат-ионов обнаружена в грунтовых водах района «старого города». Эти воды можно отнести к сульфатным, агрессивным по отношению к корневой системе растений. В районе «нового города» содержание сульфат-ионов в грунтовых водах колеблется от 2,0 до 107,0 мг/л. Данные грунтовые воды не являются сульфатными.

Для нормального развития растений и оптимальной активности микроорганизмов очень важно содержание в почве, и соответственно, в грунтовых водах органического вещества. В грунтовых водах, отобранных с песчаных реплантоземов, находящихся в районе «нового города», содержание ОВ невелико и колеблется от 8,9 до 29,5 мг/л. В старой части города, имеющей более древнюю застройку, количество ОВ в грунтовых водах колеблется от 34,4 до 124,2 мг/л. Высокие показатели ОВ в грунтовых водах г. Северодвинска могут быть обусловлены как промышленным загрязнением их, так и высоким содержанием торфа в почвах. Как правило, подстилающим слоем верхнего техногенного насыпного грунта является слой торфа, торф используют и при создании газонов.

Одним из показателей обеспеченности почвы биофильными элементами является присутствие в грунтовых водах подвижного калия (в перерасчете на K_2O), основного элемента питания растений, ионов магния (Mg^{2+}) и кальция (Ca^{2+}), играющих важную роль в структурообразовании почвы.

Содержание ионов калия (в перерасчете на K_2O) в грунтовых водах Северодвинска колеблется от 11,9 до 3981,3 мг/л, в старой части города их содержание выше: от 836,1 до 3981,3 мг/л, а в новостройках ниже: от 3,7 до 148,8 мг/л. В грунтовых водах 35 % ПП отмечается среднее и повышенное содержание этого биогенного элемента, 65 % ПП – высокое и очень высокое. Наиболее обеспечены обменным калием грунтовые воды, залегающие в торфяных реплантоземах. Накопление высоких количеств данного элемента в грунтовых водах всех исследуемых ПП связано с высокой легкостью и значительной интенсивностью высвобождения K_2O из растительных остатков и закреплением в почвенном поглотительном комплексе.

Содержание ионов магния в грунтовых водах «старого» города колеблется от 289,2 до 576,0 мг/л, а в районах «нового» города от 22,1 до 102,0 мг/л. Максимальное содержание Mg^{2+} выявлено в грунтовых водах, питающих урбаноземы и торфяные реплантоземы. Однако грунтовые воды Северодвинска не относятся к магниальными, поскольку содержание в них ионов магния (Mg^{2+}) не превышает 750 мг/л.

Содержание ионов кальция в грунтовых водах городских почв колеблется от 126 до 240 мг/л и характеризуется как повышенное. Содержание Ca^{2+} в грунтовых водах питающих урбаноземы выше, чем реплантоземы и культуроземы, поскольку урбаноземы содержат больше органического вещества и отличаются значительно более высокой емкостью поглощения. Минимальное содержание ионов кальция (7,4 – 11,2 мг/л) обнаружено в грунтовых водах опесчаненных урбаноземов и реплантоземов, что связано с малым количеством коллоидной фракции (песчаные и супесчаные) в них и невысокой емкостью поглощения.

Таким образом, первые водоносные горизонты, повсеместно залегающие в г. Северодвинске на глубине 0,2-2,0 м питают техногенные грунты и подстилающий слой торфов, смещая реакцию среды почвенного раствора в щелочную сторону. В грунтовых водах выявлено высокое содержание органического вещества и биофильных элементов (K_2O , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}), что является как результатом промышленного загрязнения, так и высоким оторфяниванием почв.

ДЕНДРОИНДИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Н.В. Ухов

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан

Криогенные ландшафты наиболее динамическая система, чутко реагирующая на изменение условий теплообмена под влиянием природных и техногенных факторов, что предопределяет неустойчивость природных ландшафтов, а при вовлечении их в сферу хозяйственной деятельности - природно-технических комплексов [1]. В связи с чем, значительный научный и практический интерес представляет совершенствование методов средств мониторинга эколого-геокриологических условий в связи проблемами глобального потепления климата и хозяйственного освоения на территории криолитозоны.

Из-за ограниченности периода наблюдений состояние природной среды лесных ландшафтов можно оценить по дендроиндикационному показателю развития деревьев. Этот метод основан на анализе ширины и структуры годичного прироста с условиями его образования. Изменчивость прироста при этом зависит от физиологического состояния и основных экологических факторов среды. Для криогенных ландшафтов

Северо-Востока, испытывающих дефицит тепла и, прежде всего, почвенного, ширина годовых колец деревьев определяется, прежде всего, температурным режимом вегетационного периода [2, 3]. Для Северо-Востока установлена ведущая роль дренажа в формировании термического режима почв, а, следовательно, и эколого-геокриологических условий ландшафтов.

Гидроэнергетическое строительство в условиях Севера является мощным фактором, влияющим на экологические условия произрастания наиболее продуктивных азональных пойменных тополево-чозениевых лесов. Само существование таких лесов во многом обусловлено благоприятным гидротермическим режимом на прирусловых таликах, поэтому ухудшение геокриологической обстановки в пойме р. Колымы, новообразование многолетнемерзлых пород отрицательно отразится на продуктивности лесов. Дендроиндикационные и сопутствующие им исследования в пойме р. Колыма проводились нами в течение длительного времени (1992-2008г.г.). Для этого отобрано около 200 проб деревьев (керны, спилы), в поймах нижнего бьефа Колымской ГЭС (п. Дебин – п. Сеймчан) и вне их, участок Малый Чубукалах (с. Оротук) и р. Таскан, (с. Эльген). Отбор образцов проводился по общепринятой методике, а их анализ по «линии

оптимального прироста». Рассматривались древесные породы: чозения крупночашуйчатая, тополь душистый, лиственница Каяндера, ольховник. В связи с большой чувствительностью тополя и чозении к изменению гидротермического режима почвгрунтов основное внимание уделялось анализу материала по данным породам. Сопоставление серий по различным породам и местам их произрастания достигнуто путем нормирования ежегодных данных от средней 10-ти летней календарной нормы. Анализ проводился для двух временных интервалов различной степени зарегулированности стока реки, связанных с режимом работы Колымской ГЭС. Первый период (1980-1991г.г.) - работа ГЭС преимущественно во временном режиме эксплуатации, второй (1992 – 2011 г. г.) – постоянном, т. е. при максимальном и максимальном влиянии гидроэнергетического строительства на экосистемы поймы. В докладе приводятся результаты дендроиндикационных исследований с графиками интегрального хода изменения годового прироста различных пород деревьев и характеристиками серий годовых колец на различных участках пойм.

Анализ данных реакции чозении, взятой из разных мест средней и нижней поймы, показывает, что в нижнем бьефа Колымской ГЭС имеется 60% сходства (по знаку отклонения от нормы реакции среды). Характерно, что наибольшее число совпадений приходится на ухудшение условий произрастания. Во втором периоде ухудшение более чаще. Сравнение прироста тополя душистого для первого периода образцов со средней и высокой поймы показало 61,7% совпадений при почти равном количестве положительных и отрицательных отклонений от нормы. У реакции лиственницы Каяндера выявлено самое высокое изменение прироста 62,8% на участках средней и высокой поймы. Ольховник показал только 52,8% совпадений в ежегодных отклонениях прироста от многолетней нормы. Следует отметить, что чозения крупночашуйчатая наиболее чувствительна к изменению гидрологического, уровенного, режима и более нейтральна к изменению температур, чем тополь душистый. В тоже время, тополь душистый слабо реагирует на изменение гидрологического режима и имеет большую продолжительность жизни, чем чозения, поэтому возможен анализ длинных рядов динамики прироста.

Периодическое обследование пойм р. Колымы на Верхне-Сеймчанском ключевом участке показывает, что большинство ранее существовавших проток уже через 10 лет после перехода работы ГЭС на постоянный режим поросли густым ивняком, часто сухие, а поросль молодой чозении «спустилась» ближе к урезу воды р. Колымы.

Дендроиндикационные исследования в поймах долин рек (р. Колыма выше водохранилища, р. Таскан) показывает, что для средневозрастных деревьев тополя

душистого прослеживаются те же закономерности, что и на участках нижнего бьефа, т. к. молодые тополя (до 30 лет) находятся в состоянии прироста созревания.

Следует подчеркнуть важную особенность ритмичности лесообразовательного процесса в пойме р. Колымы во времени. Так определение повторяемости экстремальных значений показывает, что максимум прироста тополя наилучшим образом согласуется с датами минимумов активности солнца в 11-летнем цикле, а даты минимумов прироста с максимумами активности, причем средняя повторяемость экстремумов в общем случае равна 11 годам.

В дополнении к широко известному метода оценки состояния лесных ландшафтов по радиальному приросту (ширине годовых колец) [2,3], для условий криолитозоны, весьма информативными может стать исследование морфологии корневой системы деревьев. Известно, что для каждого вида деревьев характерен определенный тип корневой системы, отражающий не только биологические свойства, но и экологические условия их развития. Исследования лесополос юга России, для которых характерна высокая теплообеспеченность почв, показывают, что реакция корневой системы деревьев на засыпание мелкоземом нижних частей их (толщина слоя до 1,5-2,0м) для большинства деревьев проявляется в отрицательном гетеротропизме. Последний проявляется в росте вверх, от материнских скелетных и проводящих корней, обильных мочек. И только для пород деревьев, хорошо приживаемых черенками, например, клен полевой и ясенolistный, акация, формируются дополнительные придаточные корни толщиной 1,5-3,0 мм длиной до 40-150см [4].

Для Севера, в условиях острого дефицита тепла в почве, часть проводящих и скелетных корней, в зависимости от эколого-геокриологических условий, значительное время, начиная от первой, реже, до второй частей, вегетационного периода, находятся в мерзлой почве. В связи с чем, при существенном изменении термического режима северных почв, вследствие накопления осадков, заболачивания, уменьшения глубины сезонного протаивания, реакция корневой системы должна быть специфической и большей, чем на юге. Для проверки этой гипотезы в 2009-2011г.г. лабораторией геоботаники ИБПС ДВО РАН проведены эколого-геокриологические исследования в поймах рек Колымы и Буюнды с целью оценки особенностей строения корневой системы деревьев: лиственницы (*Larix cajanderi*), чозении (*Chosenia arbutifolia*), тополя (*Populus suaveolens*) с динамикой эдафических условий. Основное внимание при этом уделялось особенностям строения корней, с учетом сукцессии пойменных биогеоценозов, которые бы однозначно отражали влияние тех или иных изменений эдафических условий в процессе

развития деревьев: накоплении осадков, заболачивание и, связанное с этим, понижение температуры и уменьшение темпов и величины сезонного оттаивания почв.

Из рассматриваемых пород деревьев, лиственница является самой холодостойкой, менее требовательная к температурному режиму почв, т. е. относится к эвритермным организмам. В связи с расположением основной массы корней (опорных, проводящих, мочек) в наиболее обеспеченном теплом, приповерхностном) слое (20-40см, лиственница оказалась наиболее приспособленной к острому дефициту почвенного тепла. При таком расположении корней, в почвенных горизонтах, хотя бы в дневные часы, имеют место сравнительно высокие температуры, являющиеся биологически активными. Очевидно, чем суровее термический режим почв, тем ближе к поверхности развиваются корни, образуя поверхностно-якорный систему скелетных корней. При стабильном почвенном слое, в условиях, отсутствия накопления-размыва, в зависимости от гидротермических условий, формируется различная по размерам, как правило, до 3м от ствола, якорно-поверхностная система скелетных корней, расположенных в одной плоскости.

В условиях периодического, ритмического, накопления осадков от главного стержневого корня, ниже корневой шейки, имеют место 2 - 4 (реже 5) горизонтов боковых скелетных и проводящих корней, расположенных, как правило, в одной плоскости и с близкой «розой» направлении. Во всех случаях размеры корней, и, в первую очередь, диаметр их, увеличивается от нижнего к верхнему ярусу, по мере развития (роста) деревьев, а расстояние между ними может быть различным, но, как правило, в пределах 10-30см. Таким образом, при накоплении осадков и соответственно, изменении термического режима почвенных горизонтов, формируется своеобразная якорно-стержневая система скелетных и проводящих корней на глубину до 80- 90см от корневой шейки. У некоторых лиственниц скелетные корни формируют своеобразную якорно-поверхностную систему. Такие корни как бы сплющены, а в их поперечном сечении, вертикальный размер в несколько раз больше горизонтального, а иногда и диаметра ствола дерева. Такая структура корневой системы могла сформироваться в результате ухудшении эколого-геокриологических условий мест произрастания деревьев и, в первую очередь, постепенном уменьшении мощности слоя

Дендроиндикационный метод исследований ландшафтов был применен так же для оценки эколого-геокриологических условий участков инженерно-экологических изысканий обоснования проектов мелиоративного строительства (Охотоморье) и разработки месторождений золота (Штурмовское). Кроме возраста вторичных ландшафтов, по ширине прироста годовых колец деревьев, были определена частота низовых пожаров и дата последнего из них. В результате таких пожаров и уничтожаются

полностью или частично напочвенные покровы (мох, лишайники), служащие теплоизоляторами, глубина сезонного протаивания увеличивается, термокарстовые процессы активизируются. В период постпирогенного восстановления напочвенных покровов уменьшается мощность сезонно-талого слоя и активизируются процессы криогенного пучения. Анализ частоты и длительности последней постпирогенной стадии развития растительности позволяет более обоснованно оценить развитие криогенных процессов и эколого-геокриологическую обстановку ландшафта в целом.

Таким образом, в связи с актуальностью проблемы оценки эколого-геокриологических условий ландшафтов, весьма важно продолжить и расширить научные исследования в данном направлении. Особое беспокойство вызывает возможное ухудшение экологических условий произрастания пойменных лесов нижнего бьефа, после ввода в эксплуатацию Усть-Среднеканского гидроузла, в Сеймчано-Буондинской впадине и ниже ее, на Сеймчанском участке Магаданского заповедника. Предлагается в дальнейшем разработать программу и проводить эколого-геокриологический мониторинг с использованием дендроиндикационных методов исследования пойм нижнего бьефа гидроузлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ухов Н.В. Эколого-геокриологический анализ формирования лесных ландшафтов в долинах рек Севера Дальнего Востока.// Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. научн. тр. по итогам межд. научно-техн. конф «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития». (19-21 ноября 2008, г. Брянск) - Брянск: БГИТА, 2008. –Ч. 1. - с. 194-196.
2. Босвинкас Т.Т Дендроклиматические исследования. М.: Гидрометеиздат, 1972.- 174с.
3. Москалюк Т.А. Об адаптации деревьев и кустарников на Севере Дальнего Востока // Экология, 2008, №2. - с. 83-92.
1. 4 Савельева Л.С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях. М.: Изд-во Лесная пром-ность, 1975. - 168с.

THE STUDY OF FLORA SPECIALLY PROTECTED AREAS OF CHUKOTKA (FOR EXAMPLE OF STATE NATURE RESERVE "WRANGEL ISLAND")

R.S. Fedyuk

Far Eastern Federal University, Vladivostok

The richness of biodiversity Chukotka no doubt be considered one of the priority regions in the global system of environmental protection. This is connected with a weak disturbance of the nature, origin and distinctive flora and fauna of the area, which reflects the history of the Bering land bridge that once connected the Asia and America. Earth Chukotka contact with the south-east from the Bering Sea - the world's most productive marine ecosystem. The high diversity of flora, avifauna, mammals and fish fauna, significant rookeries of marine mammals, vast herds of wild deer, large bird colonies have long attracted the Chukotka Autonomous District of numerous researchers who have described here a large number of taxa new to science have opened a lot of rare species listed later in the red book. From a botanical point of view of Chukotka was one of the most studied regions of the world, what has happened thanks to the efforts of several generations of Russian botanists. This made possible the compilation of this handbook, which introduces readers and those interested in the reserved world with the basic characteristics of vegetation cover all existing and planned at the moment of specially protected areas of Chukotka [1].

It is impossible not to mention the fact that nature conservation in the Chukotka Autonomous Area in recent years is clearly on the rise, and in the process of commandments there is significant progress. Important role in this play Natural Resources Committee of the Chukotka Autonomous District, and now - Department of Natural Resources and Environment Ministry of Natural Resources of Russia on the Chukotka Autonomous District. Officially protected areas now make up about 7% of Chukotka. In this area are a nature reserve ("Wrangel Island"), a natural-ethnic regional park ("Beringia"), 5 nature reserves and 20 natural sites.

But experts know that the Russian Arctic remains today one of the least affected by human activity regions of the globe. Emerged over the last decade new projects for the development of oil and gas are a threat to ecosystem disturbances, habitat fragmentation, disturbances of the ecological balance, especially in low-lying tundra, forest tundra, coastal ecosystems (aquatic and terrestrial). The end result of such violations can be a total loss of ecosystems in their natural form and habitat fragmentation that will lead to a reduction in the area of wilderness areas in the Arctic, from 75 to 50% within 50 years [2].

In this connection, offering new environmental projects - the creation of new reserves and natural monuments, and the second part of this book, we are committed to them. It has two game reserves (both - in South Chukotka, where the planned development of the Bering Sea shelf for oil and gas) and 7 natural sites, mostly water. It is also proposed alterations to existing reserves, and the inclusion of these new clusters of vegetation.

A new direction in the protection of nature - the creation of entire biosphere zones and territories of the model. Thus, to Chukotka in the framework of the UN ECORA («Implementing a comprehensive approach to managing ecosystems in three selected model areas of the Russian Arctic in order to conserve biodiversity and reduce the fragmentation of habitats») proposes the creation of a model area "Bering region." The fact that a natural part of ecosystems are the Chukotka indigenous peoples with their truly unique culture and traditions. However, as the exploitation of natural resources, the very existence of indigenous communities is under threat. In the Arctic indigenous peoples are the most vulnerable element of the human community, they are the most recognized adverse environmental changes. The loss of the local population in the past two decades, and a catastrophic reduction in the number of deer was accompanied by a general economic crisis that led to an almost complete loss of traditional crafts. Therefore, the creation of new protected areas and biosphere mode involves indigenous peoples in the protection and maintenance of traditional land use on surrounding lands.

State nature reserve "Wrangel Island" established in 1976. The area of the reserve includes the territory of Wrangel Island and Herald Island, 795,65 thousand hectares and 1430,0 thousand hectares - an area of 12 mile zone of territorial waters. Wrangel Island in the Arctic Ocean between the East Siberian and Chukchi seas, and separated from the mainland Long Strait (width in its narrowest part is about 140 km). The island is situated at the crossroads of Eastern and Western hemispheres and is divided 180th meridian into two parts.

The relief of the island is strongly divided. Occupying a large part of its mountains form three parallel chains - North Ridge, Middle Ridge and South Ridge, ending in the west and east of the coastal rocky cliffs. The most powerful is the average range, which is the highest point of the island Soviet Mountain (1096 m). North Ridge is the lowest, into wide marshy plain, called Tundra Academy.

On Wrangel Island in the state of relict populations, including over 70 species, plant communities preserved the ancient Beringia - once stretched for hundreds of miles of land north of the ancient Asian continent and forms a coherent whole American continent, incorporating the so-called "Bering Bridge". The Reserve adjoin plant species of both continents, for example, found six American species not found anywhere else in Asia. On Wrangel Island had the highest levels of endemism in the Arctic - 23 endemic forms. It is rich and diverse continental presented

xerophytic flora and cryoxerophyte complex, especially in the south-western and central parts of the island. Steppe species do not form separate groups, but are part of the "tundra" and a variety of options xerothermic driadovyh tundra (with *Dryas punctata*, on limestone *D. integrifolia* var. *Canescens*, *Carex rupestris*, *C. hepburnii*, *Kobresia myosuroides*) [3].

Herbaceous community with or sodominirovaniem steppe and lugostepnyh species occupy large areas in the interior of the island - in the intermontane basins, wide (including relict, dry) valleys, not only on the southern slopes of the mountain and river terraces, but also on the terraces themselves and their marginal parts, the less dry areas are replaced by colorful meadows of more mesophytic, mixed grass-sedge-driadovye and driadovo kobrezievye-meadow tundra. The composition of the steppe and lugostepnyh plants include *Calamagrostis purpurascens*, *Festuca lenensis*, *Carex duriuscula*, *C. obtusata*, *Cerastium arvense*, *C. maximum*, *Silene repens*, *Pulsatilla multifida*, *Erysimum pallasii*, *Potentilla arenosa*, *P. anachoretica*, *P. crebridens*, *P. wrangellii*, *Arnica iljinii*, *Senecio integrifolius*, *Lychnis sibirica* subsp. *villosula*. The richest kriofitnostepnye community - the herb-grass - are registered in the upper parts of the high (20 m) terraces. Sedge-grass-forb and grass-forb communities found on the southern terraces and slopes.

The main features of the vegetation of the island are determined by high-Continental climate and geological history. This explains the modest role in the cover of mosses and lichens and widespread polydominant herb communities with an abundance of xerophytes. For the same reason, is extremely small proportion of hypoarctic shrubs. Carbonate-rich Paleozoic rocks, leaving the surface in the axial part of the mountain, have a strong influence on the floristic composition - is dominated by shrub-dominated tundra and tundra similar, widespread in the western islands of the Canadian Arctic Archipelago.

An interesting feature of the flora of the island is a large group (145) species that are found in the U.S., and on the Eurasian continent. The most interesting subgroup (Alaska-Chukotka), among them form the taxa that formed in the contact area of the continents of Asia and America - such as *Deschampsia komarovii*, *Calamagrostis kolymensis*, *Poa lanata*, *Salix glacialis*, *S. ovalifolia*, *S. phlebophylla*, *Ranunculus turneri*, *Cardamine digitata*, *Oxytropis gorodkovii*, *Artemisia glomerata*, *Arnica frigida*, etc.

The modern flora of the island at its core - quite completely preserved floral complex, which was inherent in the adjacent offshore areas of land in the relatively recent past, and then has undergone only minor changes (mainly in the direction of freezing) due to the flooding of the shelf. Most of the modern flora of the island during the mid-and Quaternary time was extended to non-forested areas drained in the era of the East Siberian shelf. During periods of shlfa drainage in the area adjacent to the north to the coasts of Alaska and Chukotka, and included the

territory of modern Wrangel Island, intensely migrated species inhabited while the extreme north-east Asia and the extreme north-west of America. Probably in the population freed from the sea shelf space played an active role as populations of many species growing on the island. In this region could form a series of species, then migrated to the neighboring and more distant areas. Greater migration to the area of the island from the continent ameroikanskogo prevented the emergence of periodic area north of the Bering Strait.

About 3% of the flora of Wrangel Island up subendemic and endemic species, in addition, there is grow another 114 species of plants, botanists attributed to the category of rare and very rare.

Among the subspecies subendemics puccinellia Wright *Puccinellia wrightii* subsp. *colpodioides*, acting as the dominant groups in the grass carbonate rocks Gorodkov Poppy *Papaver gorodkovii*, as found in the vicinity of the village. Whalen and the Seward Peninsula (Alaska) and the mass noted on calcareous river alluvium, Wrangel *Oxytropis* *Oxytropis wrangelii*, also occurring in the basin. Vankarem, and on the island are often dominant in the mixed grass on the tundra slopes of the loops. Among the endemic species should first be called *Poa wrangelica*, *Papaver uschakovii*, *Potentilla wrangelii*, *Trisetum spicatum* subsp. *wrangelse*, a series of forms and distribution of poppies and dandelions. The fact of considerable species richness of poppies on the island (9 out of 15 species found in the Russian Arctic) suggests that the area of the island at one time were poppy reserve populations, then more widely dispersed across the Arctic and served as source material for later formation. The Red Book of the Russia with a status of "rare species" listed melkolepestnik complex *Erigeron compositus* core and purple *Cardamine purpurea* (eastern and north-eastern coast of Wrangell, the only location in Asia).

REFERENCES

1. Ignatov M.S., Ivanova E.I., Ignatova E.A., Krivoschapkin K.K. On the moss flora of Ust-Maya district (Republic Sakha/Yakutia, East Siberia) // *Arctoa*. 2001. Vol. 10. P. 165–184.
2. Ignatov M.S., Tan B.T., Iwatsuki Z. Moss flora of the upper Bureya river (Russian Far East) // *J. Hattori Bot. Lab.* 2000. N 88. P. 147–178.
3. Ignatova E.A., Muñoz J. The genus *Grimmia* Hedw. (Grimmiaceae, Musci) in Russia // *Arctoa*. 2004. Vol. 13. P. 101–182.

ПРОСВЕЧИВАНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ ФОНОВЫМИ МИКРОСЕЙСМАМИ

В.И. Французова^{1,2}, К.Б. Данилов¹

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

²Сектор сейсмического мониторинга севера Русской плиты Геофизической службы РАН, г. Архангельск

Для получения достоверных данных о структуре земной коры весьма перспективными представляются исследования, проводимые методом низкочастотного микросейсмического зондирования [1,2]. Использование этого метода позволяет получать информацию о строении геологической среды с хорошим разрешением. Применение метода малозатратно, в связи с использованием поля фоновых микросейсм, постоянно присутствующего на земной поверхности. Метод опробован на профиле в г.Архангельске и Онежском полуострове [3,4].

Технология измерений и обработки включает следующие процедуры [2]: последовательные замеры микросейсм одновременно передвигжной и опорной станциями, причем для статистической устойчивости выполняется накопление сигнала в течение экспериментально определенного периода стационарности сигнала, равного в нашем случае 1 часу; расчет распределения интенсивности микросейсм относительно опорной станции по профилю; привязка полученной карты к соответствующей глубине. По результатам обработки строится геофизический разрез распределения относительной интенсивности микросейсм вдоль профиля и по глубине. Данное распределение и отражает относительное изменение скоростных характеристик среды. Зоны с пониженной интенсивностью микросейсм определяют участки с повышенными скоростными свойствами, а зоны с повышенной интенсивностью – участки пониженных скоростей [1,2].

В представленных материалах метод используется для обнаружения нарушений: во-первых, в пределах Онежского грабена и Онежско-Важского выступа по профилю Кянда – Ворзогоры (более 60 км) [4]; во вторых, для выявления неоднородностей на участке: Архангельский выступ – Онежский грабен – Карельский выступ (профили: Палово – Самодед (50 км) и Самодед-Малиновка (20 км)). Шаг между точками измерений составлял от 1.5 км до 3км.

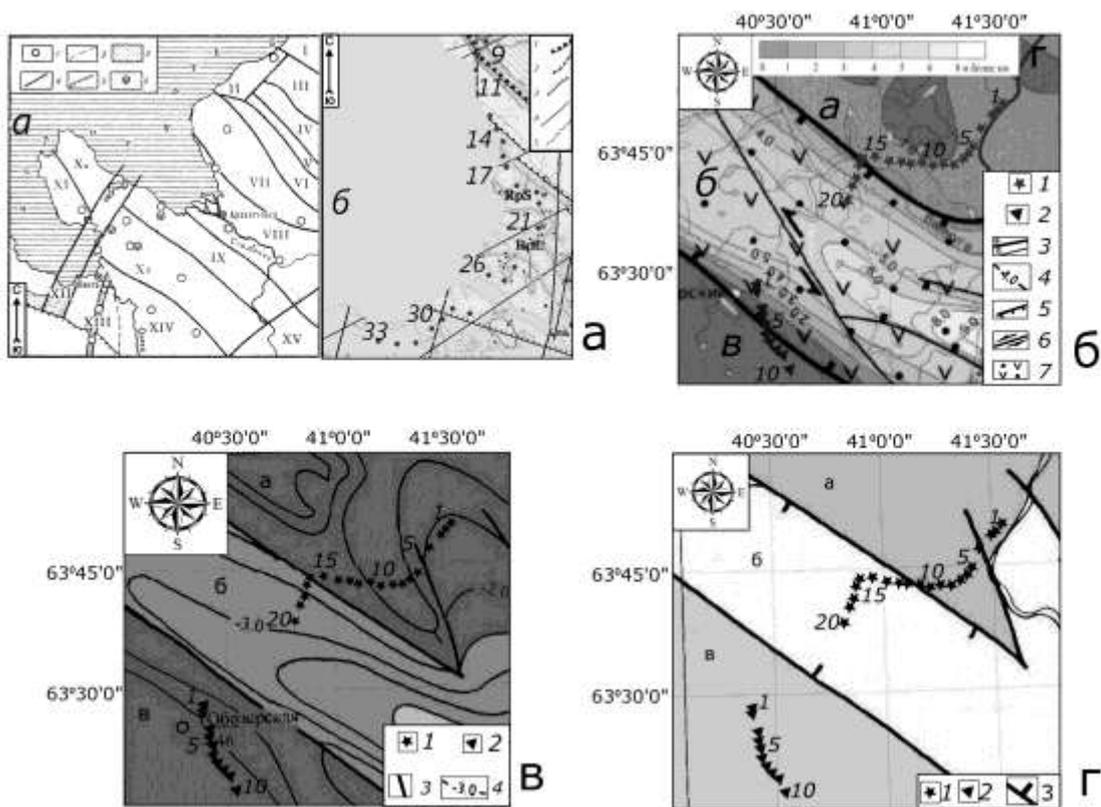


Рисунок 1. Схема структур фундамента изучаемого района по профилям Онежского полуострова: *а* – юго-восточного Беломорья по (Станковский и др., 1981) с упрощениями: 1 — скважины, 2 — граница осадочного чехла Русской плиты; 3 — вендские отложения Малошуйско-Унского и Игишского грабенов в пределах щита; 4 — основные разломы фундамента; 5 — граница Ветреного пояса; 6 — проявления платформенного магматизма. Основные структуры фундамента: IX — Солзенская ступень; X — Онежский грабен: *а* — Лопшеньгский блок, *б* — Солозерский блок; XII — Малошуйско-Унский грабен; XIII — Игишский грабен; XIV — Онего-Важский выступ; *б* — вдоль профиля д. Кянда – д. Ворзогоры (отчет..., 2009): 1-5 – разломы: 1–3 – разделяющие структуры соответственно 1, 2, 3 порядка, 4 – сбросо-сдвигового характера, 5 – предполагаемые долгоживущие, рудоконтролирующие; 9-33 номера пунктов профиля; *б*, *в*, *г* : структура фундамента по данным (Тектоника..., 2010) и (Результаты..., 2009); *г* - рифея по данным (Результаты..., 2009) с пунктами промеров по профилям: Палово-Самодед; Самодед-Малиновка.

В диаграмме распределения относительной интенсивности микросейсм (см. рис.2,а) обращает на себя внимание блоковое строение разреза, чередование в нём довольно узких вертикальных полос-блоков, характеризующихся положительными и отрицательными значениями интенсивности микросейсм, а также довольно высокий контраст между этими блоками и внутри них. Такая картина присуща Мудьюгскому и Андозерскому блокам Онежско-Важского поднятия, при этом только для глубин более 3–5 км. Выше они ограничены некоторым субгоризонтальным «слоем» отрицательных значений относительной интенсивности микросейсм, который очень полого погружается в северном направлении, увеличиваясь в толщине до ~ 2–3 км, где этот «слой» выходит на поверхность.

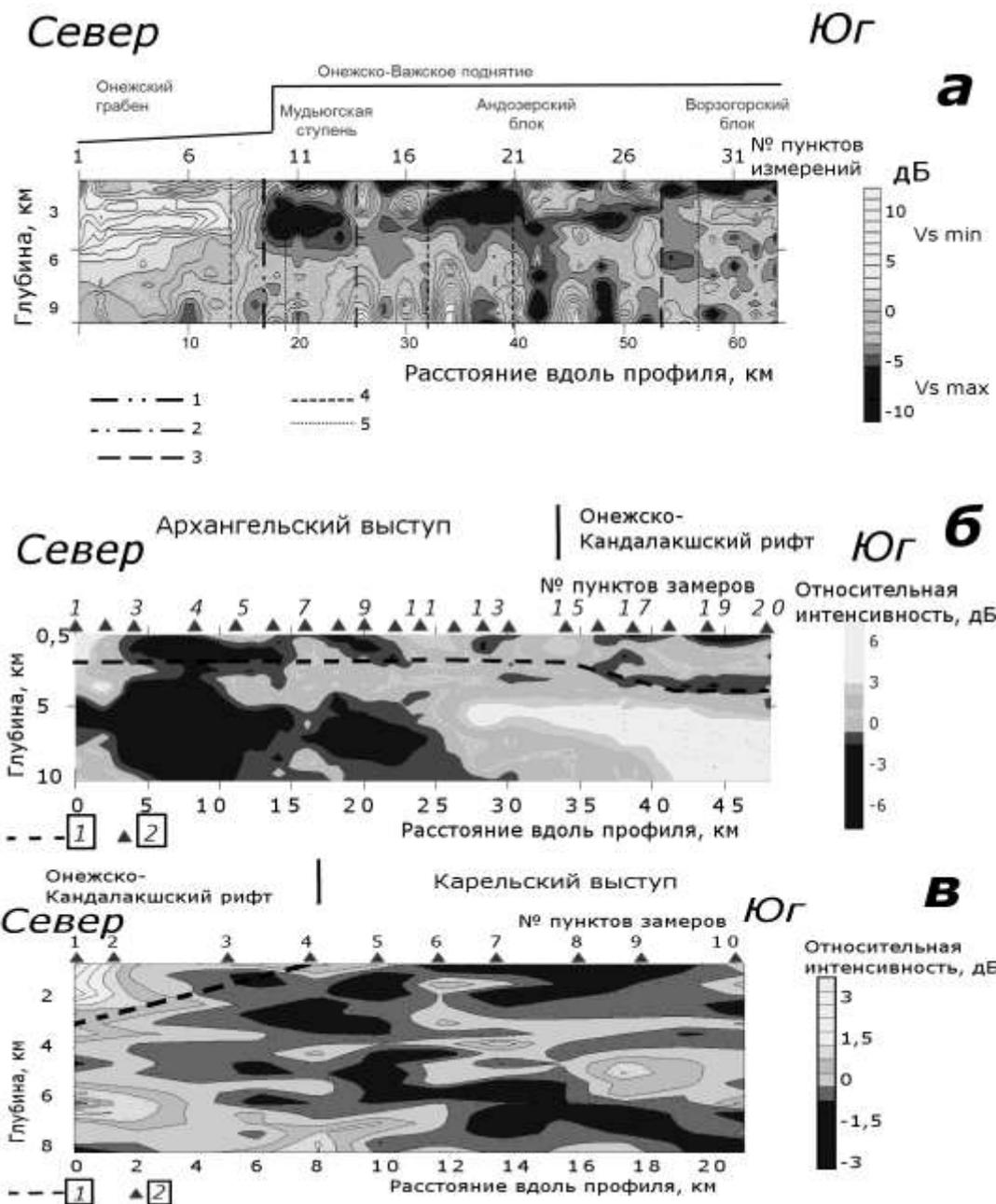


Рисунок 2. Диаграмма распределения относительной интенсивности микросейсм: а) вдоль профиля Кянда-Ворзогоры: 1– 5 – разломы [5]: 1–3 – разделяющие структуры соответственно 1, 2, 3 порядка, 4 – сбросо-сдвигового характера, 5 – предполагаемые долгоживущие, рудоконтролирующие; б) вдоль профиля: Палово-Самодед: 1 - граница кристаллического фундамента по [6]: 2 – пункты замеров микросейсм; в)- Самодед-Малиновка: 1- граница кристаллического фундамента, 2- пункты замеров микросейсм..

Изучая диаграмму распределения относительной интенсивности спектров вдоль профиля Палово-Самодед (см. рис.2,б), следует, прежде всего, отметить хорошо выраженную границу между Архангельским выступом и Онежским грабеном. Причем видна отчетливая приуроченность данной границы к поверхности кристаллического фундамента Архангельского выступа и ее заглубление в пределах Онежского грабена, что хорошо согласуется с известными геофизическими данными [5-8]. В верхней части разреза наблюдается несколько низкоскоростных участков в точках профиля (1-2, 4-6, 11, 14-16).

Данные зоны согласуются с известными геологическими границами. В частности низкоскоростные аномалии в пп. 10-12, 15 отражают, возможно, зону раздела Архангельского выступа и Онежского грабена двумя разломами, следящимися соответственно в осадочном чехле и в кристаллическом фундаменте [6, 9]

Граница сочленения Онежско-Важского выступа и Онежского грабена микросейсм довольно хорошо отражена на диаграмме распределения относительной интенсивности (рис.2в). Вблизи поверхности граница выражена весьма отчетливо низкоскоростной зоной в пп. профиля 1-2 до глубин более 2-х км и далее она менее выражена вплоть до 6-7 км. Сочленение двух объектов вблизи поверхности (до 1 км) следует до пп. профиля 4-5. Онего-Важский выступ до глубин 2-3 км выражен высокоскоростной зоной разной интенсивности.

Таким образом, обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что метод микросейсмического зондирования позволил получить оценки структуры земной коры в пределах Онежско-Важского поднятия, Онежского грабена и Архангельского выступа в параметрах относительных скоростей, согласующихся с результатами геофизического обследования. По мнению авторов результаты применения ММЗ наиболее полно согласуются с Тектонической картой (2010). Полученное согласие подтверждает корректность применения ММЗ для выявления вещественно-структурных неоднородностей геологической среды либо при комплексных работах с другими геофизическими методами, либо самостоятельно.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта президента РФ МК-6178.2012.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатиков А.В. Пат. РФ № 2271554. // Бюл. изобр. 2006, № 7.
2. Горбатиков А.В., Цуканов А.А. Моделирование волн Рэлея вблизи рассеивающих скоростных неоднородностей. Исследование возможностей метода микросейсмического зондирования. // Физика Земли, 2011, №4. С. 96-112.
3. Французова В. И., Горбатиков А.В., Данилов К.Б. Структура верхней части осадочного чехла на профиле г. Архангельска // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Пятое научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы. Екатеринбург: Институт Геофизики УрО РАН, 2009. С 502-506.
4. Французова В.И., Макаров В.И., Данилов К.Б., Горбатиков А.В. Низкочастотное просвечивание земной коры Севера Русской плиты с использованием фоновых микросейсм // Проблемы сейсмогеологии. Матер. Всероссийской конф. с Межд. участием. М.: ИФЗ РАН, 2011. С. 511-515.

5. Отчет по региональному изучению Нижнеонежской и Лайской площадей с целью оценки перспектив алмазности нижнего течения реки Онега в 2004-2008 годах. (Объект региональный) // Архангельск, 2009, 583 с.
6. Станковский А.Ф., Веричев Е.М., Гриб В.П., Добейко И.П. Венд юго-восточного Беломорья. // Известия АН СССР, сер. геологическая, №2, 1981. С. 78-87.
7. Зоричева А.И. Север Русской платформы // Геология СССР. Т. 2. Архангельская, Вологодская области и Коми. Геологическое описание. М., 1963./ ред. издания Саломатина З.Д., Власова И.С. 1077 с.
8. Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий масштаб 1:1500000 // Главные редакторы М.Г. Леонов, Г.С. Казанин, Москва: ООО «ИПП Куна», 2010.
9. Результаты региональных геолого-геофизических работ в Мезенской Синеклизе в 2000 – 2001 гг.. / ЗАО «Валдайгеология», ФГУ ГНПП «Спецгеофизика», 2004. 399 с.

РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю.Р. Химич¹, Н.А. Мельник²

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

²Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН, г. Апатиты

Радиологические исследования весьма актуальны в современном мире в связи с активным развитием атомной энергетики, проблемами радиоактивных отходов, последствиями ядерных взрывов и крупных ядерных катастроф. Большой интерес представляет вопрос аккумуляции радионуклидов в биологических объектах и переход их по пищевой цепи. Радиоактивные элементы имеют как естественное (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{228}Ac , ^{214}Pb , ^7Be и др.), так и искусственное происхождение (^{137}Cs и др.). Основную долю естественного радиационного фона земного происхождения составляют ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th . Искусственные радионуклиды начали поступать в биосферу в начале XX века и живые организмы практически не имеют адаптации к их воздействию. Самый распространенный из них ^{137}Cs .

Грибы способны в больших количествах аккумулировать поллютанты, в том числе и радионуклиды [1,2]. Отмечено, что на территориях подверженных радиоактивному загрязнению ^{137}Cs больше накапливается в продуктах природного происхождения, чем сельскохозяйственного производства [3]. Это приводит к возрастанию вклада лесных грибов в формирование дозы внутреннего облучения населения [4,5]. Пищевое и лекарственное значение имеют некоторые виды дереворазрушающих грибов. Аккумуляция радионуклидов трутовыми грибами, в частности ^{137}Cs , находится в зависимости от их содержания в древесине, которое может сильно варьировать в

зависимости от видовой принадлежности древесной породы, условий местопроизрастания, уровня радиоактивного загрязнения территории, погодных условий [6]. И, как показано ранее [7], среднее максимальное значение содержания радионуклидов в древесине совпадает с таковым в плодовых телах грибов-ксилотрофов.

Мурманская область является индустриально развитым регионом страны, где лесные экосистемы испытывают существенную техногенную нагрузку. В окружающую среду помимо тяжелых металлов и других загрязнителей от промышленных предприятий, ТЭЦ, Кольской АЭС (КАЭС) могут поступать радионуклиды [8,9], способные накапливаться в плодовых телах грибов.

В данной работе рассматривается накопление природных и техногенных радионуклидов в трутовых грибах, играющих существенную роль в круговороте веществ в лесных экосистемах. Отбор плодовых тел для радиологического анализа проводился в 2008 году на различном удалении от комбината «Североникель» (юго-западное направление) и КАЭС (табл.). Фоновая территория располагалась в 260 км на юго-запад от комбината. Изучались следующие виды грибов: *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. и *Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quél. на древесине березы, *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) P. Karst. на древесине ели.

Сырую массу грибов исследовали на сертифицированном гамма-спектрометре «Прогресс» со сцинтилляционным датчиком NaI/Tl размером 63x63 мм, погрешность определения ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs – 11-60% при экспозиции (Т) равной 3600-5400 с и геометрии «сосуд Маринелли». Высушенные пробы озоляли в муфельных печах СНОЛ-3,5 при температуре 360°-400°С до золы черного или серо-бурого цвета, коэффициент озоления варьировал в пределах от 5 до 69.

Таблица

Среднее содержание радионуклидов в плодовых телах дереворазрушающих грибов

Вид гриба	S, км		Удельная активность, Бк/кг						
	*	**	^{137}Cs	^{214}Pb	^{226}Ra	^{228}Ac	^{232}Th	^{40}K	^7Be
<i>Fomitopsis pinicola</i>	25	38	5.9	18.8	43.5	13.6	1.9	16	9.6
	28	35	3.5	6.5	14.5	21.15	6.55	52.5	14.6
<i>Phellinus igniarius</i>	100	3	12.0	30.0	16.1	4.6	6.1	30	47.7
<i>Fomes fomentarius</i>	100	3	21.9	14	32.7	3.6	1.2	71	11
	260	120	5.3	45.2	35.6	3.4	16.8	21.5	26.9

Примечание: * – расстояние от комбината «Североникель»; ** - расстояние от КАЭС.

Наименьшие величины удельной активности выявлены для ^{232}Th , наибольшие для ^{40}K , что отмечалось и ранее [10]. Повышение удельной активности ^{137}Cs характерно для *Phellinus igniarius* и *Fomes fomentarius* на мониторинговой площадке вблизи г. Полярные Зори, в 3 км на запад от КАЭС. Ранее, в других регионах, был выявлен трофический ряд по накоплению ^{137}Cs : микоризообразующие грибы > подстилочные сапротрофы > ксилотрофы [11,7]. Для макромицетов наблюдается видовая зависимость и видовые различия в уровнях накопления этого радионуклида. При этом его удельная активность в базидиомах грибов может отличаться в несколько раз в пределах одного района исследований, что обуславливается мозаичностью загрязнения территории [12].

Вблизи КАЭС в базидиомах *Fomes fomentarius* ^{40}K содержится больше, чем в условиях фона. При этом у исследуемого гриба удельные активности ^{214}Pb , ^{232}Th , ^7Be выше на фоновых участках. Так как не на каждой площадке отбиралось по три вида исследуемых грибов, рано говорить о видоспецифичности в отношении накопления радионуклидов и зависимости их содержания от расстояния до источников загрязнения. Тем не менее, на данном этапе исследований можно отметить видоспецифичность *Fomitopsis pinicola* в аккумуляции ^{228}Ac , *Phellinus igniarius* - ^7Be .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров В.Н. Динамика аккумуляции радиоцезия в плодовых телах высших макромицетов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: тезисы докладов Всероссийской конференции. М., 1994. С. 90-92.
2. Леднева О.А., Гусарова М.Л. Динамика радиоактивного загрязнения ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{40}K грибов на территории Нижегородской области // Ветеринарная патология. 2005. № 4. С. 55-57.
3. Шутов В.Н., Кадука М.В. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Басалаева Л.Н. Динамика радиоактивного загрязнения пищевых продуктов сельскохозяйственного производства и природного происхождения после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2008. Т. 1. № 3. С. 25-30.
4. Булко Н.И., Козлов А.К., Шабалева М.А., Толкачева Н.В. Перспективы использования ресурсов лесных грибов на загрязненных радионуклидами территориях // Изучение грибов в биогеоценозах: сборник материалов V Международной конференции. Пермь. 2009. С.37-41.
5. Кручинин А.А., Фадеев А.А., Дичковский Л.И., Золочевский Д.В., Феоктистова Т.А. Радиационно-гигиенический мониторинг на территориях Калужской области, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2009. Т. 2. № 2. С. 14-19.
6. Мирончик А.Ф. Межвидовая динамика аккумуляции ^{137}Cs основными древесными породами лесов Могилевской области // Вестник Белорусско-Российского университета. 2007. № 2 (15). С. 95-107.
7. Иванов А.И., Плотников М.А. К вопросу о накоплении искусственных радиоактивных элементов (^{137}Cs и ^{241}Am) базидиальными макромицетами различных трофических

- групп // Изучение грибов в биогеоценозах: сборник материалов V Международной конференции. Пермь, 2009. С. 91-93.
8. Костюк В.И., Мельник Н.А., Шмакова Н.Ю. Состояние ассимилирующих органов растений в условиях техногенного загрязнения. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2009. 82 с.
 9. Костюк В.И., Мельник Н.А., Вихман М.И. Состояние ассимилирующих органов березы в окрестностях Апатитской ТЭЦ. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2011. 87 с.
 10. Кортышева А.С., Мельник Н.А. Изучение аккумуляции радионуклидов трутовыми грибами, растущих в пирогенных зонах Мурманской области // Тезисы докладов XII Межрегиональной научно-практической конференции. Часть 1. Апатиты: Изд. КФ ПетрГУ, 2009. С. 33-34.
 11. Зырянова У.П., Чураков Б.П., Пантелеев С.В. Макромицеты как аккумуляторы радионуклидов в лесных экосистемах Ульяновской области // Проблемы озеленения городов и развития лесного комплекса: сборник научных трудов научно-технической конференции, посвященной 160-летию Ф.А. Теплоухова. Пермь: ПГСХА, 2005. С.266-274.
 12. Дементьев Д.В., Болсуновский А.Я. Содержание техногенных радионуклидов в кустарниковых растениях и грибах в зоне влияния Горно-химического комбината (Красноярский край) // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2009. Vol. 2. P. 172-181.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Т.П. Худякова

Институт экологических проблем Севера УроРАН, г. Архангельск

Современные технические средства и программные продукты в области информатизации и автоматизации технологических процессов и управления производством позволяют решать широкий круг задач по повышению эффективности разработки нефтяных месторождений. В настоящее время существует широкий спектр компьютерных технологий и продуктов, которые могут использоваться как для улучшения стратегических показателей эксплуатации месторождения, например, для повышения коэффициента конечной нефтеотдачи пласта, так и оперативных показателей, таких как выполнение текущих планов добычи при минимизации эксплуатационных затрат и/или повышения эффективности и надежности использования промыслового оборудования.

Для оптимизации добычи нужно построить точную модель месторождения или пласта и рассчитать процесс его разработки. Необходимыми условиями для построения комплексной модели пласта является интерпретация и комплексирование данных проверенного качества, полученных из всевозможных источников разными способами и в

различных масштабах. В качестве исходных данных для геологического и гидродинамического моделирования как правило используются следующие исходные данные:

1. Координаты устьев скважин, альтитуды, инклинометрия - используются для создания траекторий скважин в модели.

Важно отметить, что в последнее время в старых скважинах в массовом порядке проводятся повторные измерения инклинометрии (гироскопы), которые необходимо обязательно собрать и учесть. В случае, если необходимо в точности повторить в модели траектории скважин, рассчитанных маркшейдерской службой, рекомендуется создавать траекторию через позиционный каротаж (X , Y , Z), используя координаты устья и рассчитанные маркшейдерской службой приращения по трем осям.

Таблицы поправок в инклинометрию используются для введения поправок в альтитуды скважин (для «подвижек» скважин) в предположении наличия погрешностей инклинометрии по результатам анализа структурных поверхностей и флюидных контактов.

2. Координаты плаstopересечений, рассчитанные маркшейдерской службой - используются для контроля плаstopересечений, рассчитанных в проекте после корреляции пластов, а также для создания искусственных вертикальных скважин в модели, когда отсутствуют данные инклинометрии. В этом случае координаты устьев принимаются равными координатам плаstopересечений, а альтитуды - сумме альтитуд и удлинений на кровлю пласта.

При сопоставлении координат плаstopересечений надо иметь в виду, что алгоритмы расчета траекторий скважин по информации об углах и азимутах в разных программах могут различаться.

3. Стратиграфические разбивки (маркеры), рассчитанные геологом в проекте - используются в качестве основы при формировании структурного каркаса.

4. Кривые ГИС - используются для корреляционных построений, выделения литотипов, оценки характера насыщения и ФЕС, фациального анализа, привязки данных сейсморазведки. Результаты интерпретации ГИС (РИГИС) используются при построении 3Д модели для распространения свойств – построения кубов фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС).

5. Отбивки флюидных контактов в скважинах - используются для построения карт флюидных контактов и геометризации залежей. Интервалы перфорации, результаты испытаний и работы скважин, гидродинамического каротажа используются для обоснования и корректировки положения флюидных контактов.

6. Даты бурения и ввода скважин в добычу (под закачку), карты накопленных отборов и закачки - используются при отборе скважин с неискаженными влиянием разработки величинами начальной насыщенности K_n .

7. Сейсмические данные. Структурные карты и поверхности нарушений по данным сейсморазведки, бурения и других методов используются для формирования структурного каркаса. Карты или кубы сейсмических атрибутов используются для распространения ФЕС в межскважинном пространстве.

8. Уравнения петрофизических зависимостей «кern-кern» (например, $LgK_{пр}=f(K_n)$) и «кern-ГИС» (например, $K_n=f(\alpha_{пс})$), средние и граничные (min, max) значения коллекторских свойств, кривые капиллярного давления - получаются по результатам совместной интерпретации данных керна и ГИС, используются для расчета ФЕС с учетом литотипов, построения модели переходной зоны.

9. Количественные (определения K_n , $K_{пр}$, K_v) и качественные (описания) исследования керна. Применяются при настройке данных ГИС для последующей массовой интерпретации, а также при создании концептуальной модели.

10. Общие и геологические данные:

- карты эффективных и нефтенасыщенных толщин 2Д (из отчета по подсчету запасов) - используются для контроля качества построения и, если требуется, корректировки 3Д модели. Сводная таблица подсчетных параметров и запасов УВ (из отчета по подсчету запасов) используется для контроля качества построения и, если требуется, корректировки 3Д модели.

- топоснова, полигоны лицензии, ВНК, нарушений, зон замещения и выклинивания, водоохранных зон, категорий запасов (из отчета по подсчету запасов) - используются в качестве исходных данных для двумерного картопостроения и 3Д моделирования, для контроля качества построения и, если требуется, корректировки 3Д модели. Как правило, эта информация сводится на совмещенную схему изученности, которая является базовой картой (basemap) при создании модели.

- текст отчета по подсчету запасов (проектного документа), отчеты по изучению недр являются той фактологической базой, на которой базируется оценка запасов и построение модели.

Построение трехмерных цифровых геологических моделей в настоящее время стало обычной процедурой в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Создание 3D моделей решает при этом, как правило, следующие задачи:

- импорта и экспорта данных;

- корреляции пластов по скважинным данным;
- интерпретации данных сейсморазведки;
- анализ данных;
- построение и редактирование карт, точек, полигонов;
- построение модели тектонических нарушений;
- построение структурно-стратиграфического каркаса;
- осреднение скважинных данных на сетку;
- литологофациальное моделирование;
- петрофизическое моделирование;
- подсчет запасов;
- планирование скважин;
- анализ неопределенностей и рисков;
- калькулятор (кубов, карт, каротажных кривых, атрибутов);
- оформление отчетной графики.

В большинстве программа для комплексного моделирования пласт-коллектор представляют трехмерными блоками, в которых происходит течение флюидов. Данные модели и результаты моделирования дают более полное представление о свойствах пласта-коллектора.

Опытные интерпритаторы используют программы для моделирования для предсказания изменения свойств пласта-коллектора во времени и соответствующей оптимизации стратегии разработки месторождения. Например, эффективность расположения новых скважин и траектории их стволов, а так же при оценке различных технологий заканчивания скважин, так же как и при принятии решений об увеличении темпа добычи углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азиз Х., Сеттари Э., Математическое моделирование пластовых систем. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2004 – 416с.
2. Закревский К.Е. «Геологическое 3D моделирование». М.: ООО«ИПЦ «Маска»», 2009 – 376с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Н.Б. Чагина, Е.Ю. Зайцева

Институт естественных наук и биомедицины, С(А)ФУ им. М.В.Ломоносова,
г. Архангельск.

Архангельская агломерация находится в климатическом поясе, в котором в течение 5-6 месяцев присутствует снеговой и ледовый покровы. В течение этого периода осуществляется интенсивное сжигание топливных ресурсов для обеспечения жизнедеятельности региона, что обуславливает интенсивное поступление продуктов сгорания топлива в атмосферу городов, ухудшая экологическую ситуацию. Атмосферные загрязнители вместе со снеговыми осадками выпадают на подстилающую поверхность земли, где происходит их накопление и концентрирование [1]. Таким образом снег и лед представляют собой матрицу химических веществ, попадающих на протяжении всего зимнего периода как в атмосферу, так и в водоемы. С началом периода снеготаяния (март-апрель месяц) накопившиеся в снеге и льду компоненты с талыми водами поступают в почву и поверхностные воды, внося свой вклад в загрязнение этих систем. Использование в качестве объекта исследования конденсированные фазы снега и льда, значительно минимизирует временные и материальные ресурсы, поскольку все загрязнители, когда-либо попадавшие в воздух и в воду в этом районе за холодное время оставят свой «след» в объектах исследования.

Формирование ледового покрова в пресных и соленых водах определяются солевым составом, содержанием и структурой взвешенных частиц, внешними условиями, и включает процессы миграции, адсорбции, окклюзии, сокристаллизации компонентов воды и воздуха на границе раздела фаз [2,3]. Это означает, что на отдельных этапах формирования ледового покрова формируются потоки компонентов в сопредельных фазах, что обеспечивает неразрывную связь между изучаемыми средами и обуславливает необходимость их исследование как единой криогетерогенной системы. Макрокомпоненты этой системы, такие как ионы натрия и калия, хлориды, сульфаты и т. д. формируют химическую матрицу криофазы для пресного или соленого водоёма. Наличие микрокомпонентов накладывает свой неповторимый отпечаток на картину льдообразования в каждом конкретном районе и определяет индивидуальность пробы.

Моделирование процессов льдообразования проводили с помощью расчета относительных показателей, такие как коэффициент вовлечения ионов макро- и микрокомпонентов и коэффициент водной миграции [4]:

$$K_B = M_{\text{лед}}/M_{\text{рассол}} \cdot 100\%,$$

где K_B - коэффициент вовлечения; $M_{\text{лед}}$ – содержание иона во льду, мг/л;

$M_{\text{рассол}}$ – содержание иона в воде, мг/л;

$$K_x = (M_{\text{эл.}}/a \cdot n_{\text{эл.}}) \cdot 100\%,$$

где K_x - коэффициент водной миграции; $M_{\text{эл.}}$ – содержание элемента в воде, г/л;

a – минеральный остаток воды, г/л; $n_{\text{эл.}}$ – содержание элемента в твердой фазе, %. Значения коэффициентов вовлечения и миграции ионов являются показателями, используя которые, возможно прогнозировать распространения ветвей «рассеяния» и «концентрирования» загрязнителей в зимний период в нашем регионе как в воздухе так и в воде в целом.

Для исследования отбирались пробы снега, льда и подледной воды р.Северной Двины и Двинского залива Белого моря в черте городов Архангельска и Северодвинска в марте месяце 2011-2012 гг. согласно ГОСТ 17.1.5.05.-85 [5]. Содержание сульфатов определяли методом турбидиметрии (КФК - 2МП), содержание хлоридов, ионов натрия и калия, рН — методом потенциометрии (иономер — 160М, рН-метр СHECKER) УЭП — методом кондуктометрии (кондуктометр Анион - 7020), содержание тяжелых металлов — методом АЭС (спектрометр ICPE- 9000, ЦКП «Арктика»). По полученным данным содержания указанных ионов в пробных образцах снега, льда и подледной воды были рассчитаны коэффициенты моделирования (миграции и вовлечения) для ледовой фазы (таблицы 1-4).

Таблица 1

Коэффициенты водной миграции макрокомпонентов в криосистемы

K_x	K^+	Na^+	SO_4^{2-}	Cl^-
март 2011 г.				
р.Северная Двина	10,6÷20,0	1,9÷2,6	560,0÷603,2	—
м. Белое	1,4÷1,7	22,8÷25,6	185,8÷211,8	
январь 2012 г.				
р.Северная Двина	20,7÷29,1	1,8÷2,1	548,2÷696,4	80,5÷99,9
м. Белое	1,3÷1,5	10,5÷14,6	115,6÷148,4	809,3÷979,4
март 2012 г.				
р.Северная Двина	9,5÷14,6	0,8÷1,0	332,6÷406,3	50,0÷71,6
м. Белое	2,4÷3,1	10,2÷16,2	107,6÷180,6	875,5÷1176,4

Коэффициенты вовлечения макрокомпонентов в криосистемы

К _в , %	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
март 2011 г.				
р.Северная Двина	37,4÷55,3	35,1÷50,6	12,0÷27,9	–
м. Белое	63,1÷79,3	7,1÷10,4	5,8÷10,4	
январь 2012 г.				
р.Северная Двина	3,8÷61,6	22,3÷33,5	27,9÷40,3	37,5÷47,2
м. Белое	36,1÷79,8	11,4÷13,5	6,1÷9,8	9,7÷14,4
март 2012 г.				
р.Северная Двина	42,4÷63,2	37,3÷53,7	26,1÷32,3	35,9÷81,5
м. Белое	41,7÷56,7	27,1÷44,3	7,6÷24,0	41,8÷50,6

Таблица 3

Коэффициенты вовлечения тяжелых металлов в криосистемы

К _в , %	Cu	Cd	Mn	Fe
январь 2012 г.				
р.Северная Двина	38,4÷72,0	287,0	77,3÷524,1	5,8÷28,9
м. Белое	–	–	13,2÷766,3	5,2÷122,9
март 2012 г.				
р.Северная Двина	93,1÷295,2	50,7÷90,1	64,1÷203,7	12,6÷13,5
м. Белое	84,8÷188,3	466,6	137,0÷647,2	33,3÷35,8

Таблица 4

Коэффициенты водной миграции тяжелых металлов в криосистемы

К _х	Cu	Cd	Mn	Fe
январь 2012 г.				
р.Северная Двина	0,11÷0,16	26,86÷34,54	0,040÷0,119	0,023÷0,032
м. Белое	–	–	0,00055÷0,0016	$4,50 \cdot 10^{-6} \div 7,73 \cdot 10^{-6}$
март 2012 г.				
р.Северная Двина	0,17÷0,25	34,04÷60,88	0,058÷0,100	0,020÷0,035
м. Белое	0,0014÷0,0021	0,63	0,00027÷0,00031	$3,23 \cdot 10^{-5} \div 5,26 \cdot 10^{-5}$

Из полученных данных следует, что в процессе льдообразования речной системы в большей степени в ледовый покров вовлекаются ионы калия, натрия и хлорид-ионы, чем сульфат-ионы; в ходе льдообразования на море в большей степени в ледовый покров вовлекаются ионы калия и хлорид-ионы. Вовлечение ионов меди, кобальта и марганца в лед происходит в большей степени, чем железа, как на реке так и на море. Различная вовлеченность ионов в речной и морской системах нелинейно коррелирует с подвижностью ионов и электропроводностью (УЭП) исследуемых сред. Полученные

значения коэффициентов моделирования потоков макрокомпонентов и техногенных поллютантов в криосферу следует уточнять с привлечением модельных экспериментов и расширением территорий для пробоотбора.

В исследовании предлагается интеграционный методический подход использования снега, льда и подледной воды как единой криосистемы с относительными характеристиками вовлечения и миграции ионов, индивидуальной для каждой территории, что позволяет более точно прогнозировать распространение загрязняющих компонентов в воде, воздухе и почве. Полученные данные могут быть использованы в качестве дополнительной информации для формирования базы данных геоэкологической характеристики Архангельской области.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, ГК от 29.04.2011 г №16.552.11.7023» в 2011 - 2012 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко В.Н. мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
2. Войтковский К.С. Основы гляциологии. М.: Наука, 1999. 254 с.
3. Маэно Н. Наука о льде: Пер. с яп. М.: Мир, 1988. 231 с., ил.
4. Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Власова Н.В. Эколого-геохимические особенности воды и льда южной части оз. Байкал // Образ жизни. Экология, 2008, № 5. С. 62.
5. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введен впервые 1986. 07.01.М.: Изд-во стандартов, 1986. 17 с.

ПРОЦЕССЫ ДЕГАЗАЦИИ И ИОНИЗАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР

З.Б. Чистова, Ю.Г. Кутинов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск

В результате исследований было выявлено отражение Кандалакшского грабена и границы между Мезенской и Московской синеклизами в характере атмосферного давления (рис. 1). Методика исследований изложена ранее [1]. Измерения содержания кислорода по тем же профилям показало совпадение участков понижения содержания последнего с участками дефицита атмосферного давления. Была выделена отчетливая

граница в строении графиков атмосферного давления (большая изрезанность графиков и значения амплитуд) по профилю Архангельск – Оленегорск, совпадающая с границей активного на современном этапе Кандалакшского грабена в районе Кандалакшско-Двинской депрессии на западе и Архангельской отрицательной морфоструктуры на востоке (рис. 1). Активность этой структуры подтверждается характером пространственного распределения очагов землетрясений (вдоль оси структуры), строением литосферы и характером напряженно-деформированного состояния земной коры, с преобладанием сдвиговой составляющей (рис. 2). Т.е., можно говорить об отражении современной активной геодинамической границы, не только в классических геолого-геофизических материалах, но и в структуре атмосферного давления.

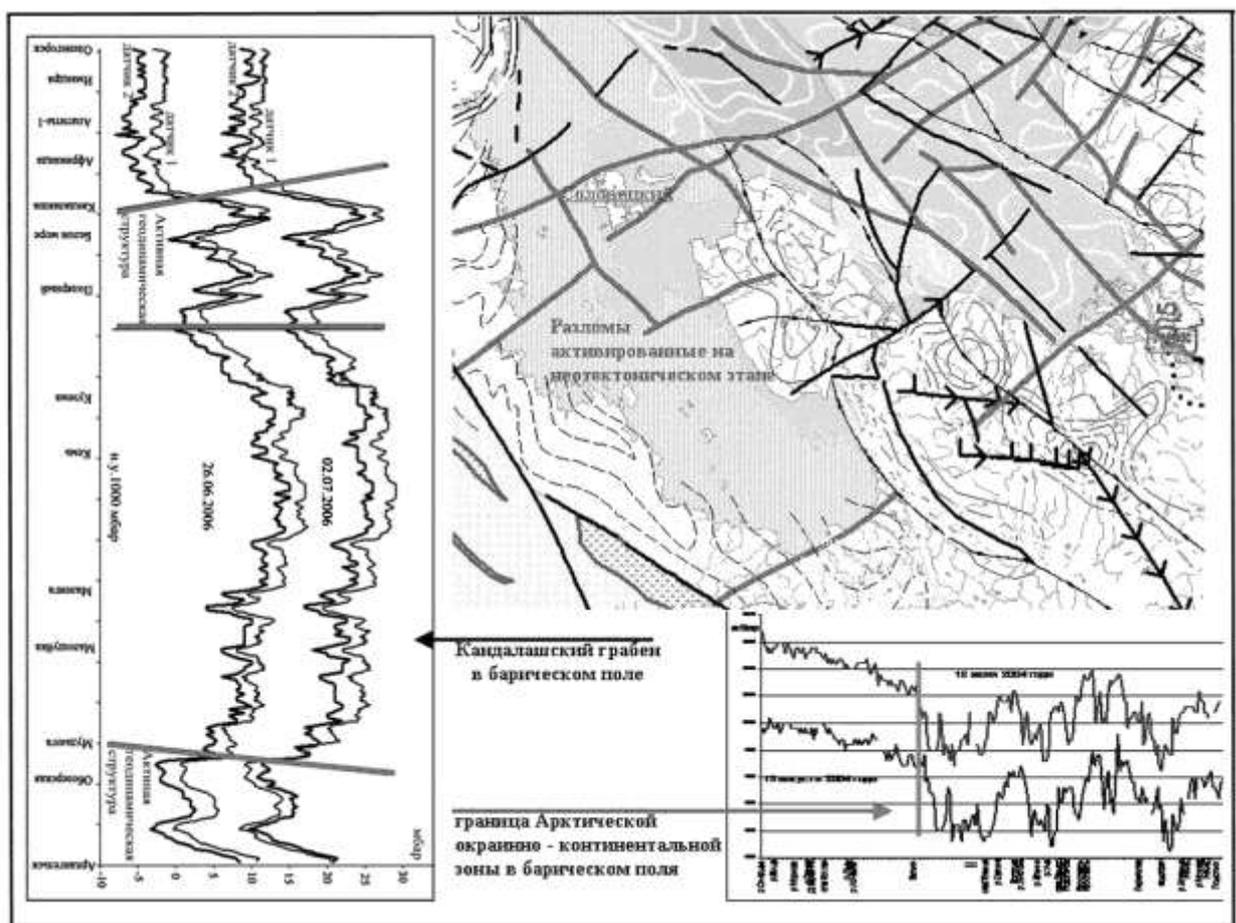


Рисунок 1. Отражение тектонических структур в характере атмосферного давления

В узле сочленения Беломорского геоблока и Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны были установлены три разновидности групповых механизмов очагов землетрясений [2] (стереографические проекции представлены на рис. 2, номера 1, 2, 3). Для каждой из них были построены вектора скольжения горных масс. Анализ проекций свидетельствует, что нодальные плоскости, оси главных напряжений сжатия и вектора скольжения поворачиваются против часовой стрелки от направления на север.

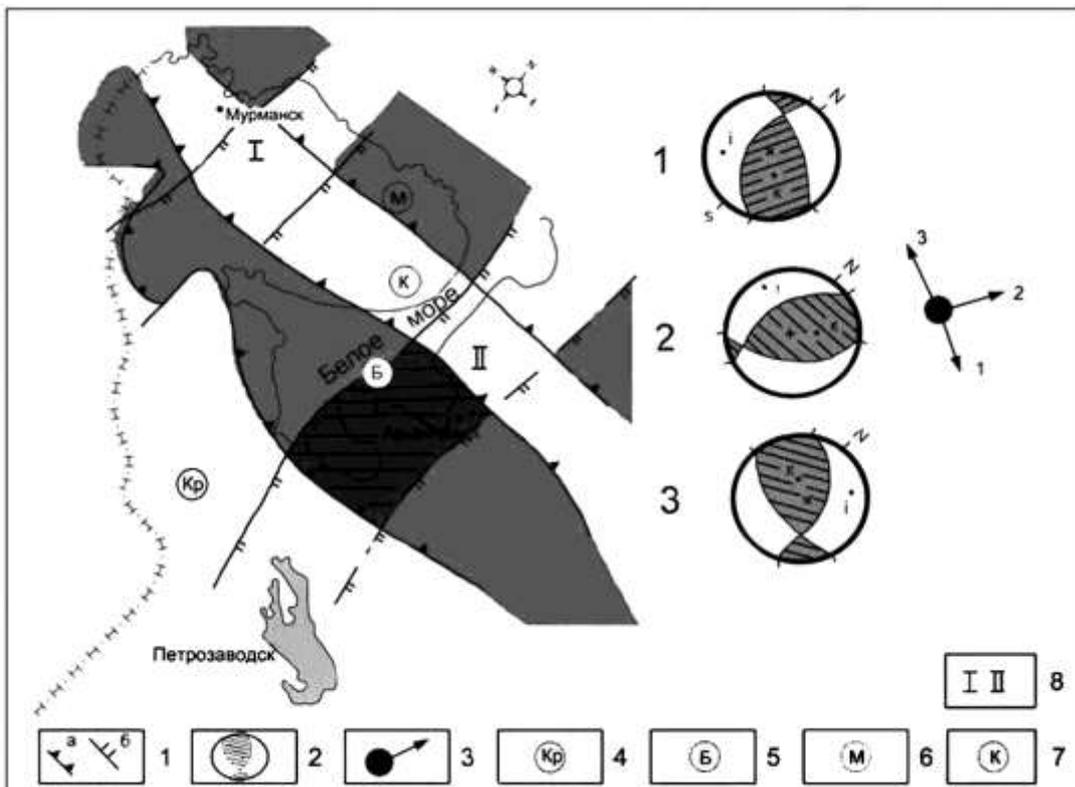


Рисунок 2. Схема разломно-блоковой тектоники северо-запада Восточно-Европейской платформы [2]

1- разломы, ограничивающие: мегаблоки (а), трансблоковые зоны (б); 2 - групповые механизмы очагов землетрясений в морфоструктурном узле (заштрихованы области волн сжатия); 3 - направления векторов скольжения по определениям фокальных механизмов (1, 2, 3) 4-7 - мегаблоки: Карельский (4), Беломорский (5), Мурманский (6), Кольский (7); 8 - трансблоковые зоны: Хибинская (I), Балтийско-Мезенская (II)

На графике также находит свое отражение и наследуемый Кандалакшским грабеном рифейский Онего-Важский грабен (его северо-восточный борт), но выраженный менее отчетливо, что обусловлено его более древним возрастом. Сходные результаты были получены и на северной границе Кандалакшского грабена (профиль г. Архангельск – п. Светлый), где граница атмосферного минимума совпадает с межблоковой границей, простирающаяся до поверхности Мохо.

Природа изменения барического поля над тектоническими нарушениями обусловлена набором далеко не равновесных факторов, проявленных с разной интенсивностью в зависимости от конкретных геологических условий. В первом приближении – это глубинная дегазация по разломам и возникновение наведенных теллурических токов. Подток флюидов и газов подтверждают: выделение из четвертичных отложений в районе г. Архангельска на побережье Двинской губы из источников в п. Лапоминка, скв. № 19 Архангельская, 597 и 599 Северодвинск CH_4 , ТУВ, N^+ инертные, Ar , $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ [4]; повышенные содержания углеводородов в донных осадках

осевой части Двинского залива, не связанное с техногенным загрязнением [4] и наличие аномалий содержания озона над Белым морем (Кандалакшский грабен) [6]. Сопоставление донных сообществ Кандалакшского залива и неотектонических движений по Кандалакшскому грабену [6] показало, что общая биомасса бентоса и численность его наиболее характерных представителей возрастает по мере удаления от разломов. Учитывая наличие аномалий озона, можно предположить, что из разломов Кандалакшского грабена выделяются восстановленные газы, оказывающие угнетающее воздействие на аэробный бентос [6]. Еще одной из причин является ионизация атмосферного воздуха, т.к. магнитное поле Земли - мощный фактор, контролирующий концентрацию стратосферного озона [6]. Физическая сторона процесса состоит в том, что силовые линии магнитного поля задают направление полета космических частиц, затягивая их как в воронку в районах магнитных аномалий. Нами рассматривался и отклик литосферы на геомагнитные возмущения [7], и была показана связь между деформационными полями в тектонических структурах разного ранга и компонентами геомагнитных вариаций. Всплеск геомагнитной активности в тектонических структурах может являться источником озона. К тому же, в высокоширотных районах отмечается большое количество молниевых разрядов, направленных вверх в ионосферу. Мощные импульсы радиочастотного, оптического и гамма-излучения, генерируемых этими разрядами, приводят к росту концентрации стратосферного озона за счет ионизации и диссоциации молекул кислорода в озон [8]. Нами была также зафиксирована повышенная плотность гроз в районах тектонических узлов.

Таким образом, в районе Кандалакшского грабена возможна как глубинная дегазация, так и ионизация воздуха при доминирующей роли первой. Так в результате многолетнего изучения зон глубинных разломов установлено, что некоторые из них являются генераторами потоков ионизированных частиц и низкочастотного электромагнитного излучения. Так обработка данных спутника «Интеркосмос-19» позволила обнаружить низкочастотное излучение и вариации плотности электронов над глубинными разломами земной коры [9], т.е. ионосфера и протекающие в ней процессы являются индикаторами геодинамических процессов. В целом, процессы дегазации и возникновения наведенных токов, являются своего рода «антагонистами»: первый преобладает при режиме растяжения, второй сжатия. При дегазации возникает дефицит озона, при ионизации – избыток.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 11-04-98802_a_север и целевой программы поддержки проектов в рамках содружества УрО РАН с СО РАН, проект 12-С-5-1013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б. Особенности структуры барического поля в узлах тектонических нарушений // Геофизика XXI столетия: 2006 год. Сборн. трудов геофиз. чтений им. В. В. Федынского. Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2007 С. 125-132.
2. Кутинов Ю. Г., Беленович Т. Я. Современная геодинамическая модель Севера Евразии // Геофизика XXI столетие: 2006 год: Сборн. трудов геофиз. чтений им. В. В. Федынского. Москва. 2007. С. 119-124.
3. Теплов Е. Л., Абрамичев А. П. Нефтегазоносность пород фундамента Тиманской гряды и Мезенской синеклизы // Перспективы нефтегазоносности кристаллического фундамента на территории Татарстана и Волжско-Камского региона: Тр. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию открытия девонской нефти Ромашкинского месторождения. Казань: изд-во «Новое Знание», 1998. С. 320-322.
4. Мосеева Д. П., Троянская А. Ф., Богданович Л. М. Углеводороды в донных отложениях Двинского залива Белого моря // Экологические проблемы европейского Севера. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 147-167.
6. Сывороткин В. Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. 250 с.
7. Чистова З.Б., Кутинов Ю.Г. Пространственно-временная структура геомагнитных вариаций – неотъемлемая часть экологических исследований // Север: экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. с. 388-405.
8. Перов С.П., Приставка В.Н. Влияние направленных в ионосферу молниевых разрядов на среднюю атмосферу и ионосферу // Физические проблемы экологии. Тез. докл. всерос. научн. конф. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997. Т. 1. С. 56-57.
9. Сергеева Н. Г., Ларкина В. И., Сенин Б. В. Выявление техногенных зон загрязнения в морях Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана с помощью спутниковых данных // Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов. Матер. Всерос. конфер. с межд. участием. Т. 2. Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2004. С. 242-246.

CULTURA & NATURA. РЕСУРСЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ И ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О.В. Чуракова

Институт социально-гуманитарных и политических наук Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск

В начале XXI века формируется новая парадигма взаимоотношений «Человек-Природа», и для необходимости осмысления этих отношений необходимо обратиться к опыту иных эпох, найти в прошлом подобные попытки гармонизации микро- и макрокосма. Но не идеализируем ли мы связь человека и природы в прошлом? Репрезентации художественной культуры дают представление об этом.

То, что сегодняшние ученые называют экологическим сознанием, транслировалось художественной культурой с древнейших времен. Космологическая зависимость

первобытного общества порождала мифологизацию сознания человека. Человек мыслился частью макрокосма, но не ощущал себя высшим существом, ибо не обладал силой, равной животному. На наскальных рисунках человек зачастую изображался в окружении животных в сложной системе иерархий. Природа была частью его дома и уже потому не следовало её разрушать. Но подобная психологическая включенность человека в окружающую среду была основана более на страхе и табуировании, нежели на романтических иллюзиях. Об этом свидетельствуют и мифы древнего мира, где силы природы, облаченные в божественную сущность, довлеют над человеком, вынужденным преклоняться перед стихией и приносить требы высшим силам. На дальнейших ступенях эволюции социума человек все более погружается в природу духовно, - об этом свидетельствует анимализация природы, вера в то, « пространство оживлено, одухотворено» [1], что душа есть у всего живого.

В эпоху первичных цивилизаций внешний мир занимает все меньшее место в художественной культуре. В росписях гробниц, например, природа существует как фон к описанию жизни фараонов. Но все же в мифах этого периода много места отводится сакрализации сил природы. С развитием цивилизованного мира создаются две модели взаимоотношений человека и природы. восточный и западный. В мифологии восточных культур, люди были потомками разных видов животных и птиц (зоототемов); в странах западного типа человек отдалял себя от природы. Европейская часть цивилизованного мира шла к антропоцентризму; в сакрализованном сознании античного человека мир творят антропоморфные существа. Люди же учатся у богов противостоять природе, пользоваться ее благами: огнем, водой, металлами. Человек мыслился все еще как низшее существо, но и ему достаются завоеванные, либо дарованные свыше блага природы. В художественной культуре человек и атропоморфные боги вытесняют древние культы поклонения природе. Так был совершен первый антропологический поворот в экологическом сознании.

Кроме того, со времен Платона природа стала объектом научного изучения и философского осмысления, а человек был поставлен умозрительно над природой и это зафиксировано в античной литературе и философии. Аристотель отказывал возможности дружбы с животными. Но в то же время природа для художников античности была идеалом гармонии и красоты, что давало многочисленные импульсы к созданию произведений искусства с природными мотивами.

В период средних веков религия и наука противопоставили человека и природу. В иерархии средневековых ценностей на первом месте был Бог, создатель природы, далее - человек, наделенный разумом, и лишь после этого шла природа с детской, неразумной

душой. И в этом порядке мироздания животные выше растений, человек выше животных. Геоцентризм средневековой культуры отводил большое место описанию природных феноменов, но лишь в рамках библейской традиции. Так, изгнание из рая трактовалась как трагедия потери гармонии с природой, поскольку до грехопадения человек говорил с животными на одном языке. Вероятно, самый известный из подобных диалогов - разговор Евы со Змием.

Знаковым было и то, что природе отказали в душе - она могла быть лишь у человека! Библия фиксирует иерархию мира: бог «сотворил человека да владычествует он над миром». Но владычество было лишь теоретическое. На самом же деле, человек, изгнанный из мест, где было «все включено», вынужден был возделывать почву, отвоевать у природных сил право на мирное существование. Зимние непогоды, штормы, грозы, ураганы разрушали жилища, уничтожали урожай. Поскольку стихия не любит человека, необходимо научиться с ней бороться. В культуре средневековья прагматические мотивы превалируют над элементами любования красотами природы.

В новое время наука формирует модель взаимоотношений человека – венца природы и «натуры». Культура этого периода также транслирует антропоцентрическую парадигму экологического сознания: Варварство - плохо, цивилизация хорошо. Географические открытия, завоевание и освоение новых земель, колонизация чужих («варварских») территорий утверждали приоритеты цивилизованного мира, отдаленного от природных сил. Культура европейского мира была поставлена выше восточного типа эгоцентричных культурных кодов и это давало право на завоевание и угнетение «варварских стран и народов».

Урбанизация и технический прогресс следующих этапов развития человечества привели к экологическому кризису. В культуре доминантами были: человек, прогресс, техника. Природа в ценностных ориентациях была лишь ресурсом для обеспечения жизнедеятельности человека и фоном для его жизни, источником визуального наслаждения. Интересно то, что пейзаж был один из излюбленных фонов для портретов и сюжетов картин, но не менее популярным жанром живописи был натюрморт (дословно - «мертвая природа»). Любование дичью - убитыми зайцами и птицами не противоречило экологическому сознанию того времени.

Век девятнадцатый создал три потока философско-культурологического дискурса в отношении экологии природы. Первый из них - прагматический (консервативный) ратовал за то, что человечеству необходимо взять максимум пользы от природы на долгое время и оттого надо сохранять природные ресурсы и рационально их использовать.

Второе направление олицетворяли ученые, занимавшиеся научным изучением проблем экологии. Со времен Э.Геккеля, ставшего в 1866 отцом-основателем науки и крестным отцом термина «экология», понятий аппарат данных научных изысканий претерпел претерпел эволюцию и исследовательское поле расширилось. Данное направление ведет политику сохранения природы из нравственных побуждений. Ф.Энгельс в 1896 г. в работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» отмечал: «мы не властвуем над природой, мы, наоборот, нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри её». Последователи ученых XIX века разделились на множество направлений и школ, но все они продолжают научные поиски решения экологических проблем[2]. К данному направлению примыкали и представители художественной интеллигенции: архитекторы, художники, театральные и литературные деятели. Позитивизм, как основа художественной культуры второй половины XIX века, создавал для этого хорошую базу. В начале XX века архитекторы стиля модерн отдавали предпочтение экологическим материалам (камню, глазури, мозаике из натуральных камней), в декоративном оформлении зданий использовались природные мотивы. (очень часто- северные: белые медведи, шишки, еловые ветви, северное сияние), в ювелирном искусстве особой популярностью пользовались полудрагоценные породы камня. Машины и препараты, созданные в это время, помогали в обработке природных материалов. Так техносфера вынуждена была беречь природные ресурсы, необходимые для создания произведений искусства и украшения жизни человека.

Третье направление пропагандировало духовное единение с природой. На данной ниве подвизалась русская почвоведческая школа – это и исследования, и новаторская практика В.В.Докучаева, А.П.Костычева, А.М.Сибирцева, В.Р.Вильямса. Идеи почвоведов были приняты на вооружение и представителями художественной элиты. Но более всего на художественную культуру начала XX века оказали влияние идеи космизма, связанные с понятиями природа, родной край. Русский космизм полагал, что человек часть природы. Эти идеи пропагандировал Н.Федоров и его последователи. В. И Вернадский в своих работах проследил закономерный переход от стихийного биогенеза и техногенеза к ноогенезу.

Русские художники (А.Васнецов, В.Верещагин, И.Левитан, К.Коровин и др.), под влиянием ученых экологов и русских философов в конце XIX -начале XX века не раз предпринимали путешествия на север. Духовность, и религиозная, и природная были для них слиты воедино, красота окружающего мира виделась как неотъемлемая часть русской культуры. Причем, для них важно было не просто любоваться видами севера, их волновали проблемы сохранения природной и исторической среды. Н.Рерих на съезде

археологов в 1911 году призывал действовать, а не заниматься болтовней. Можно сказать, что именно в философско-художественной среде сформировалось биосферное-геоцентрическое экологическое сознание.

В конце XX века российское общество строит новую государственность, и вновь обращается к проблемам экологии. Не случайно трубадурами данного процесса стали деятели культуры. На съездах депутатов обновленной России с требованиями принятия неотложных мер по защите окружающей среды выступили представители культуры Д.С.Лихачев, В.Г.Распутин, О.О.Сулейменов, С.П.Залыгин, В.И.Белов. Все они – истинные ценители и ревнители севера – заповедной зоны русской природы и культуры. На современном этапе для формирования экологического сознания могут быть задействованы ресурсы гуманитарных знаний, искусства, эстетики. Живопись, кино, документальные фильмы, фотоискусство, музыка, театр, – все сферы культуры должны способствовать делу сохранения и преумножения богатств северной природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Н.Топоров. Мифы народов мира. М.:Наука., 1987. С. 340.
2. Соколов В.В. Место экологических проблем в исследовании истории России // Клио. Международный журнал для ученых. Спб., 1997. №1 .С 57- 65.

МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА О. АЛЕКСАНДРЫ (АРХ. ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА)

Е.В. Шахова, К.Б. Данилов, А.Н. Морозов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

В сентябре 2011 года в ходе проведения экспедиционных работ сотрудниками лаборатории сейсмологии на арх. Земля Франца-Иосифа, о. Александры, была открыта самая северная стационарная сейсмическая станция – станция ZFI (рис. 1), входящая в Архангельскую сейсмическую сеть. Арх. Земля Франца-Иосифа состоит из 191 острова, о. Александры является самым западным островом архипелага (рис. 1).

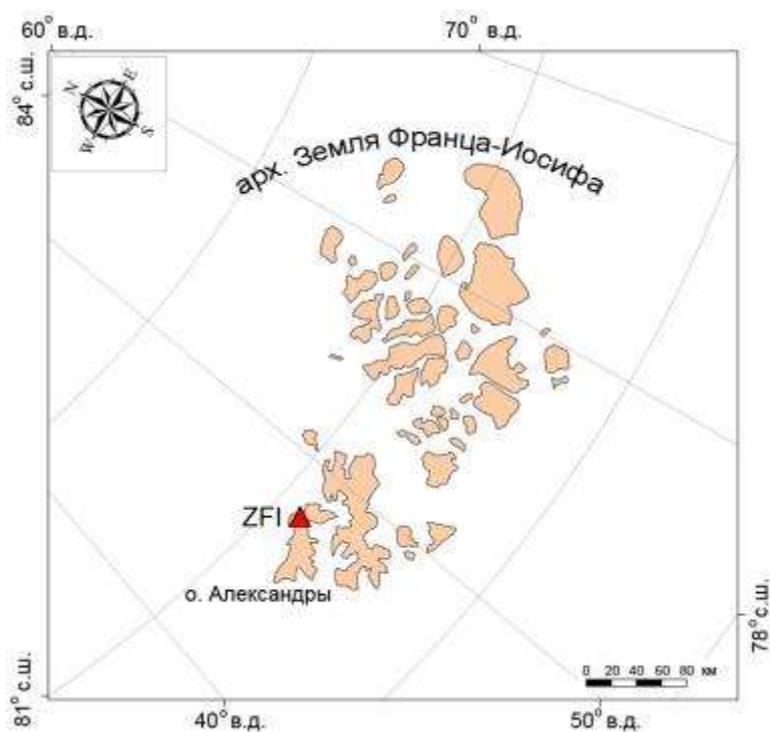


Рисунок 1. Местоположение сейсмической станции ZFI

В настоящее время станция ZFI состоит из двух комплектов сейсмической аппаратуры мирового уровня производства фирмы «Guralp Systems Limited» (Англия), имеющей различные частотные диапазоны и характеристики. Привязка по времени реализуется с помощью GPS-приемника, входящего в комплект каждой станции [1].

После установки станции ZFI, вблизи от нее был пройден профиль – проводили работы по сейсмическому микрорайонированию и низкочастотному микросейсмическому зондированию. Данный вид работ направлен на изучение грунтовых условий, ответственных за изменение интенсивности сейсмических колебаний на поверхности Земли, вызванных региональными и удаленными землетрясениями. Данные методы основаны на различных подходах к анализу микросейсмического поля. В то же время, в обоих случаях сам процесс измерений сводится к последовательным замерам микросейсмических колебаний в пунктах, что обуславливает простоту реализации полевых работ.

Как отмечалось выше, при исследовании использовалась современная сейсмологическая аппаратура. Перед проведением полевых измерений была выполнена калибровка регистрирующих каналов. Применялась стандартная методика производства наблюдений [2] – производились длительные (≈ 1.5 часа) измерения трех компонент движения грунта (две горизонтальные и вертикальная), обеспечивающие регистрацию микросейсм в частотном диапазоне до 25 Гц. Данный вид наблюдений производился в двух пунктах, один из которых являлся опорным (базовым) – с/с ZFI. Второй и последующие пункты – на исследуемом грунте по профилю (рис. 2). В качестве переносной станции использовалась станция UGRA с комплектом датчиков CM-3KB.

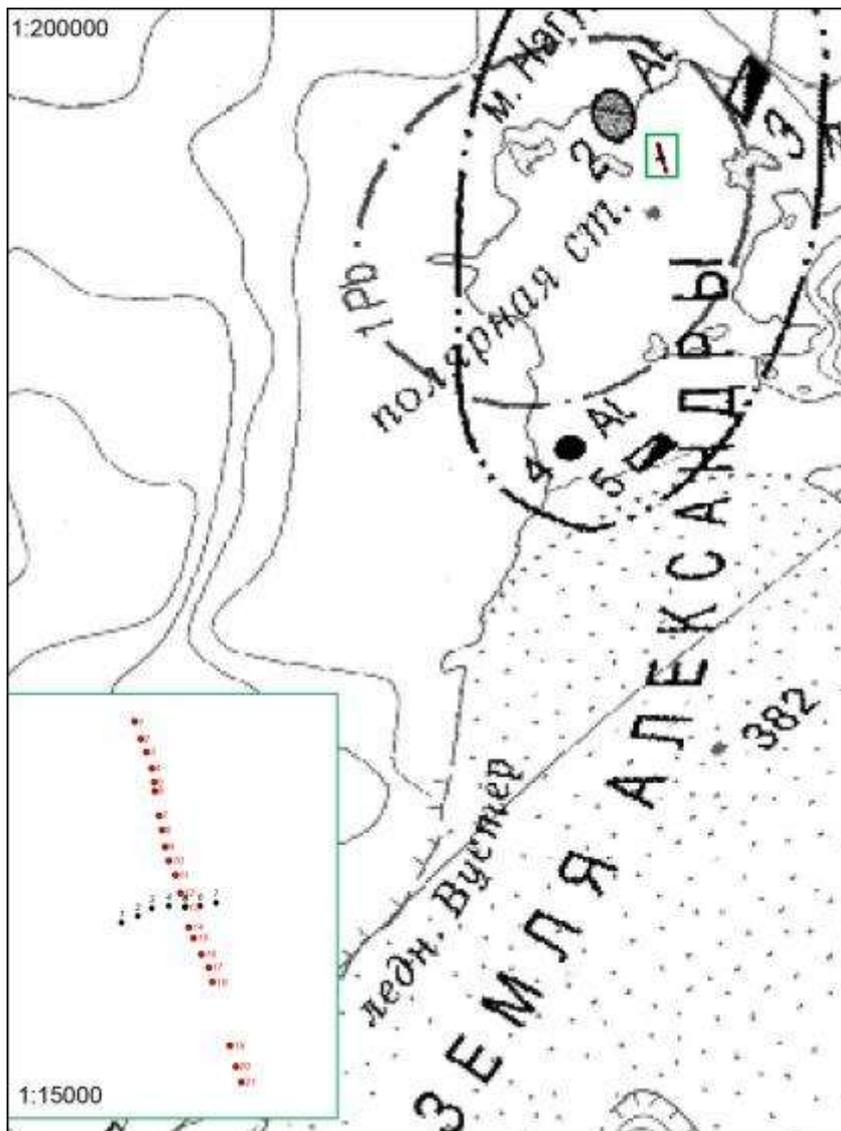


Рисунок 2. Карта-схема микросейсмических измерений на о. Александры

Основным методом анализа полученных записей во всех пунктах наблюдения явился спектральный анализ записей микросейсмических колебаний. Для получения спектральных оценок осуществлялось разбиение непрерывных записей на сегменты длительностью 30 с, после чего рассчитывался амплитудный спектр и определялись средние спектральные амплитуды по совокупности всех спектров. При этом принимались во внимание участки записи свободные от помех, связанных с влиянием техногенных факторов.

Отношение спектральных амплитуд для каждой записи пропорционально приращению интенсивности на исследуемом грунте [3]: $\Delta I = 2 \lg \times (S_i / S_{\text{эт}})$, где S_i и $S_{\text{эт}}$ – спектральные амплитуды колебаний на исследуемом и эталонном грунте, соответственно. Таким образом были определены поправки, уменьшающие или увеличивающие интенсивность сотрясений района исследований, задаваемую картами общего сейсмического районирования.

В результате обработки в каждом пункте наблюдения были получены оценки сейсмической интенсивности и построена карта вдоль профилей.

Одним из давних способов познания глубоких слоёв Земли, недоступных прямому «прощупыванию», является изучение их скоростных характеристик. Для получения достоверных данных о структуре земной коры весьма перспективными представляются исследования, проводимые методом низкочастотного сейсмического зондирования [4]. Новый подход к исследованию геологической среды основан на использовании фонового микросейсмического поля в диапазоне низких частот. Данный метод, предложенный Горбатиковым А.В., основан на способности волн Рэлея увеличивать свою интенсивность при прохождении низкоскоростных неоднородностей, и уменьшать при прохождении высокоскоростных. При этом сама неоднородность может находиться на определенной глубине, а соответствующее изменение интенсивности будет ощущаться на поверхности. О глубине залегания неоднородности можно судить из того, что волна наиболее ярко «реагирует» на неоднородность при ее залегании на глубине равной половине длины волны. Все перечисленные особенности подтверждены экспериментально и на численных моделях [5].

Таким образом, производя последовательные замеры волновых микросейсмических колебаний, метод позволил детализировать информацию о строении верхней части геологической среды – получено относительное распределение скоростей вдоль профиля на о. Александры.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта президента РФ МК-6178.2012.5 и гос. контакта с Министерством образования и науки Архангельской области № 180.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов А.В., Конечная Я.В. Первичный анализ данных сейсмической станции «Земля Франца-Иосифа» // Архангельск: Материалы X ежегодной научно-практической конференции «Ломоносова достойные потомки», 2011, в печати
2. РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Введ. 1987-01-01. М., 1997. 17 с.
3. Дягилев Р.А. Локальный эффект усиления грунтов при сейсмическом микрорайонировании: методы оценки и их сравнение / Р.А. Дягилев, Ю.В. Баранов, Ф.Г. Верхоланцев // Горное Эхо, 2006, № 4 (26). С. 30-36.
4. Горбатиков А.В. Патент РФ № 2271554. // Бюл. изобр. 2006, № 7.
5. Горбатиков А.В., Цуканов А.А. Моделирование волн Рэлея вблизи рассеивающих скоростных неоднородностей. Исследование возможностей метода микросейсмического зондирования // Физика Земли, 2011, № 4. С. 96-112.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА АРКТИКИ

Ю.Г. Шварцман

Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Для Арктики характерны естественные опасности для окружающей среды, проявляющиеся, прежде всего, в региональных проявлениях глобальных изменений климата и их последствиях для природной среды, максимальных в Арктике, и сейсмичности. Наиболее характерные антропогенные опасности связаны с радиоактивным загрязнением вод и суши, а также с развитием добычи полезных ископаемых.

Установлено, что на континентальной части Архангельского региона и прилегающих территориях региональное проявление глобального потепления идет практически при длительности циклов до 80 лет. Самые теплые периоды отмечены в 30-40 годы XX века и в конце его, продолжающемся в настоящее время. Полученный в [1] прогноз предполагает продолжение потепления в 2010-2020 годах не более чем до 2⁰ С с последующей стабилизацией температурной характеристики климата и, возможно, некоторым похолоданием затем до 2050 года. По данным мониторинга 1991-2002 годов, 45,1% всех осадков на Европейском Севере России являются закисленными с рН менее 4,0-5,6. Однако закисление это носит пока локальный характер. В связи с потеплением в XX веке продолжается деградация многолетнемерзлых пород (ММП) в южной пограничной зоне их развития в Архангельской области. Здесь южная граница зоны ММП отступила к северу на 50-60 км за последние 150 лет. На Беломорско-Кулойском плато сократился объем пещерно-карстовых льдов по сравнению с 80-ми годами XX века. На суше установлено продвижение и миграция к северу более южных видов энтомофауны. У отдельных видов насекомых сдвиг периферических шлейфов ареалов по широте достигает 500-700 км. [1]. Обобщение метеорологических данных за период 1891-2000 годов в зоне 70-85⁰ северной широты выявило характерную особенность колебаний климата в Арктике в XX веке [2]. Она заключается в циклических чередованиях периодов похолодания и потепления длительностью около 60 лет. При этом изменения температур в пределах циклов происходили в диапазоне $\pm 2^0\text{C}$. В указанной северной высокоширотной зоне Арктики первый период потепления в XX веке приходился на 1922-1954 годы с максимумом в 1930-1940 годы. Второй период потепления, начавшийся с середины 1980 годов, в настоящее время еще не завершился. Пик его пришелся на середину 1990 годов, и завершение его прогнозируется в [2] около 2015-2020 годов. Предполагается понижение

температуры, примерно, до середины 30-х годов XXI века, после которого ожидается потепление. Соответственно, ожидается колебательный режим изменения площади льдов в морях Северного Ледовитого океана. В [2] показано, что для изменений ледовитости западных Гренландского, Баренцева и Карского морей Арктики характерны внутривековые циклы, близкие к 50, 20 и 10 годам, проявляющиеся на фоне тренда уменьшения ледовитости их в августе месяце XX века. Поскольку в 20-40 годы XXI века ожидается увеличение площади льдов в арктических морях, то даже в периоды потеплений на ряде участков Северного морского пути потребуется ледокольная проводка, а необходимость ледокольного морского флота сохраняется [2]. Таким образом, данные независимых метеорологических исследований в континентальной и морской частях Арктики очень близки по результатам.

Особого внимания требуют вопросы сейсмичности Арктики в связи с освоением природно-ресурсной базы региона [3]. Наиболее сейсмоактивным является подводный срединно-океанический хребет Гаккеля. Баренцево-Карский шельф и его обрамление отличаются слабой сейсмической активностью, в основном, тяготеющей к окраинам этой акватории. Частыми и слабыми землетрясениями характеризуется сочленение Баренцевоморской плиты и Балтийского щита. Авторы [3] выделили и охарактеризовали ряд зон возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) в Арктике. Необходимо учитывать, что ожидаемые разрушения могут возрасти на 2-3 балла в неблагоприятных горно-геологических и грунтовых условиях, что приведет к их росту до 8-9 баллов. Фактор сейсмоопасности ряда территорий Арктики безусловно, должен учитываться при прогнозе экологической ситуации.

Серьезную озабоченность вызывает уровень загрязнения суши и морей Арктики опасными отравляющими химическими веществами и радиоактивными отходами, являющимися наследием второй половины XX века. По данным [4] в почвах региона радиоактивность представлена ^{137}Cs , которая экспоненциально убывает на небольшой глубине и на 1,2-1,4 метра практически исчезает. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) и твердые радиоактивные отходы (ТРО) эксплуатации атомных подводных лодок (АПЛ) и атомных ледоколов Россия сливала и затапливала в специально выбранных районах, где не велся рыболовный промысел и активное судоходство. Это ряд районов Баренцева и Карского морей в окрестностях Новой Земли [5]. Прекращение атмосферных ядерных испытаний на Новой Земле привело к уменьшению радиоактивного загрязнения окружающей среды в десятки раз. Однако затопленные на дне АПЛ и ТРО представляют потенциальную и в будущем, возможно, реальную опасность, возрастающую со временем. Концентрации долгоживущих радионуклидов в морской воде Арктики сегодня сравнимы

с такими же Средиземного моря и Тихого океана и в несколько раз меньше, чем в морях, где не было затопления отходов. То же относится к поверхностному слою донных отложений и содержаниям радионуклидов в промысловых рыбах Баренцева моря, что свидетельствует о невысоком уровне техногенных нагрузок.

В морях на западе Арктики открыто 16 месторождений нефти и газа, включая Штокмановское и другие с суммарными запасами и ресурсами газа около 10 трлн. м³, и ряд нефтяных с Приразломным в Печорском море. Здесь прогнозируется около 75% ресурсов всех акваторий России [6]. Их освоение осложняется низкими температурами окружающей среды, ледовой обстановкой, палеомерзлотой на суше и в донных отложениях, скоплениями здесь газа и газогидратами. Возможны проседания донных грунтов и техногенные землетрясения, несущие угрозы скважинам и инфраструктуре площадей. Важнейшей проблемой является огромный объем сжигаемого в факелах газа, добываемого попутно с нефтью.

Очевидно, что необходим регулярный комплексный экологический мониторинг региона, который должен быть организован и осуществлен в рамках федеральной системы экологического мониторинга Арктики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н., Игловский С.А. Изменения климата и их влияние на окружающую природную среду Европейского Севера России // Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Т. VI. Изменения климата: влияние земных и внеземных факторов. М.: ИФА РАН, ИФЗ РАН, 2008. С. 80-98.
2. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П. и др. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 158 с.
3. Аветисов Г.П., Зинченко А.Г., Мусатов Е.Е., Пискарев А.Л. Сейсмическое районирование Арктического региона // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. СПб.: ВНИИ Океангеология, 2002. С. 162-175.
4. Юдахин Ф.Н., Кутинов Ю.Г., Шварцман Ю.Г., Киселев Г.П., Троянская А.Ф. Факторы, влияющие на глобальные изменения окружающей среды на Европейском Севере // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. СПб.: ВНИИ Океангеология, 2002. С. 857-873.
5. Саркисов А.А., Высоцкий В.Л., Сивинцев Ю.В., Никитин В.С. Проблемы радиационной реабилитации арктических морей, способы и пути их решения // Арктика. Экология и экономика, 2011. № 1. С. 70-81.
6. Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа России // Арктика. Экология и экономика, 2011. № 1. С. 26-37.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕР ЮГА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.С. Широкова, Т.Я. Воробьева, С.А. Забелина, С.И. Климов, О.Ю. Морева,

О.С. Покровский, А.В. Чупаков, Н.В. Шорина, Е.И. Собко

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Изучение состояния экосистем озер Архангельской области было начато сотрудниками Института экологических проблем Севера УрО РАН в 2001 году по инициативе член-корреспондента РАН, доктора геолого-минералогических наук, профессора Феликса Николаевича Юдахина, организовавшего комплексную экспедицию в Коношский район, в рамках которой сотрудником лаборатории водных экосистем (ныне лаборатории пресноводных и морских экосистем) впервые были отобраны пробы воды на определение основных гидрохимических и микробиологических параметров в озерах, расположенных вблизи Геобиосферного стационара УрО РАН «Ротковец». Таким образом, было положено начало комплексному гидролого-гидрохимическому и гидробиологическому изучению озер юга Архангельской области. Далее последовали комплексные сезонные экспедиции в Коношский район в рамках диссертационной работы Широковой Л.С. «Пространственно-временная структура бактериопланктона и его роль в самоочищении малых озер Архангельской области», которая была защищена в 2007 году. В 2006 году начаты комплексные исследования озер Кенозерского национального парка, а в 2009 – озер Приморского района.

В настоящее время сотрудниками лаборатории пресноводных и морских экосистем Института экологических проблем Севера УрО РАН проводятся комплексные исследования различных водных объектов Севера, направленные на изучение гидролого-гидрохимических, гидробиологических характеристик малых озер, состояния и функционирования сообществ гидробионтов и самоочистительного потенциала экосистем. Изучаются тенденции распределения компонентов экосистем в различных временных срезах (суточная динамика, многодневные наблюдения, сезонная и межгодовая изменчивость). Проводятся как натурные, так и лабораторные экспериментальные работы. На основе комплексного обобщения проводится анализ и оценка экологического состояния озер, поскольку известно, что в последние десятилетия водные экосистемы испытывают колоссальную нагрузку из окружающей среды, что потенциально может повлечь и влечет за собой их деградацию, характеризующуюся процессами эвтрофирования. Для оценки состояния экосистем озер в контексте климатических изменений наиболее актуальным представляется изучение

биогеохимического цикла углерода в связи с процессами газообмена между водоемом и атмосферой. Одним из подходов в изучении циклов в экосистеме является изучение процессов в водоемах региональных фоновых районов, где влияние техногенных факторов не столь очевидно, однако их продолжительные воздействия могут повлечь за собой необратимые последствия. Важно подчеркнуть, что цикл углерода в малых, но широко распространенных водоёмах региона является недостаточно исследованным, прежде всего, в силу слабой изученности процессов трансформации аллохтонного органического вещества в экосистеме озера.

Исследованные озера преимущественно ледникового происхождения, представлены разными типами водоемов с различными морфометрическими и гидрологическими характеристиками, степенью антропогенного воздействия. Озера Масельгское и Святое показывают постоянную температурную стратификацию и формирование дефицита кислорода в периоды зимней и летней стагнации (аноксическая зона с 10-12 м и 12-14 м, соответственно). Воды озер Святое и Белое относятся к среднеминерализованным (116 – 299 мкСМ/см), озер Лекшмозеро, Наглимозеро, Масельгское, Вильно – к маломинерализованным (35,0-73,8 мкСМ/см) гидрокарбонатного класса кальциевой группы. Изучен гидрологический режим, закономерности горизонтального и вертикального распределения содержания кислорода, биогенных элементов, растворенного органического углерода в воде озер. Изучение термического режима показало, что по летней стратификации вод озера Масельгское, Наглимозеро, Лекшмозеро, Святое относятся к метатермическому (стратифицированному), озера Вильно, Белое – к эпитермическому типам (не стратифицировано). По содержанию биогенных элементов и гидробиологическим характеристикам озера относятся к мезотрофным, озеро Наглимозеро – к олиготрофным. Важнейшей характеристикой гидрохимического состава озер является доминирование органических коллоидов как основных форм нахождения большинства микроэлементов и тяжелых металлов в водной толще.

Гетеротрофный бактериопланктон озер находится в активном состоянии, участвуя в процессах самоочищения озер, выступая в роли деструктора автохтонного и аллохтонного органического вещества водоемов. Концентрации эколого - трофических групп гетеротрофного бактериопланктона подвержены сезонным вариациям и также выявлена пространственная неоднородность в зависимости от антропогенной нагрузки на акваторию водоема.

Летний фитопланктон озер является типичным для Северо-Запада европейской части России и для озер Коношского района (Святое, Белое) в основном представлен

такими отделами как *Cyanophyta* (сине-зеленые водоросли), *Chrysophyta* (золотистые водоросли), *Chlorophyta* (зеленые водоросли), *Bacillariophyta* (диатомовые водоросли) и *Dinophyta* (динофитовые водоросли), *Euglenophyta* (эвгленовые), а для озер КНП (Масельгское, Вильно, Лекшмозеро) по численности доминировали синезеленые водоросли, по биомассе – преобладал комплекс таксонов синезеленых, пиррофитовых, диатомовых и зеленых водорослей. Обобщая данные по количественным пигментным характеристикам фитопланктона можно говорить о мезотрофном статусе водоемов. Исследованные озера Кенозерского национального парка по содержанию хлорофилла «а», можно отнести к одному типу – мезотрофные (по шкале Винберга), а по качеству воды к чистым.

Зооценозы озер Кенозерского национального парка и Коношского района (Святое, Узловское, Назаровское, Белое) представлены тремя группами организмов (коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные) и состоят из обычных для озер северо-запада видов. В сезонном аспекте для структуры зоопланктонных сообществ характерно преобладание коловраток и копепод весной и осенью, кладоцер летом. Отмечено увеличение числа видов от весны к лету. Характер видового состава и количественного развития зоопланктона исследуемых озер весьма сходен. Вместе с тем можно отметить определенные отличия в соотношении основных групп сообщества. Данные о видовом разнообразии зоопланктона водоемов могут служить основой для экологического прогнозирования и мониторинга экосистем исследованных озер.

В результате проведенных работ в контексте изучения биогеохимического цикла углерода установлено, что сезонные вариации интенсивности продукционно-деструкционных процессов указывают на интенсивное образование органического вещества в летний период и существенное замедление продуктивности в период зимней стагнации, когда доминируют процессы бактериальной минерализации автохтонного органического вещества. Вертикальное распределение растворенного органического углерода (РОУ) подвержено систематическим вариациям в стратифицированных биотопах водных экосистем (озера Масельгское, Пежихерье, Лекшмозеро, Святое); мелководные озера Белое и Вильно характеризуются равномерным распределением показателя по толщине водного столба с некоторой тенденцией накопления в придонном горизонте. Образование РОУ в летний период подтверждается исследованиями активности фитопланктонного сообщества во всех озерах. Таким образом, в ходе проведенных нами работ, впервые были выявлены особенности вертикального распределения растворенного органического углерода и продукционно-деструкционных процессов в стратифицированных и нестратифицированных озерах Архангельской области. По

средним концентрациям РОУ за период исследований (2007-2010 гг.) изученные озера юга Архангельской области образуют следующий ряд: Лекшмозеро (6,1 мг/л) ≤ Саргозеро (6,9) ≤ Наглимозеро (7,8) ≤ Синее (8,9) ≤ Пезихерье (9,5) ≤ Вильно (10,3 мг/л) ≤ Масельгское (11,3 мг/л) ≤ Назаровское (14,8) ≤ Глубокое (15,6) ≤ Святое (16,25 мг/л) ≤ Белое (16,4 мг/л). Кроме того, выполнены натурные эксперименты по оценке потенциально «биодоступного» РОУ и микробиологической деструкции автохтонного и аллохтонного РОУ. Соотношение вклада органической и неорганической составляющей в общем балансе углерода варьирует в зависимости от сезона, что напрямую подтверждается результатами измерений интенсивности продукционно-деструкционных процессов.

Кроме того, выявлена достаточно высокая интенсивность анаэробных процессов (сульфатредукция и метаногенез), протекающих в донных отложениях озер ГБС «Ротковец» и Кенозерского национального парка, интенсивность и локализация которых обусловлены сезонным аспектом и внутриводоемными процессами.

В целом, результаты проведенных работ свидетельствуют, что трофический статус водоема, его газообмен с атмосферой и обмен растворенных компонентов с осадком во многом определяется концентрацией автохтонного и аллохтонного РОУ. В целом, комплекс многолетних наблюдений с высоким сезонным разрешением гидролого-гидрохимических и гидробиологических показателей озер среднетаежной подзоны Европейской части России продемонстрировал относительную стабильность лимнических систем в контексте глобального изменения климата и атмосферного загрязнения. В частности, контрастные озера района ГБС УрО РАН могут служить модельными водоемами для долгосрочных наблюдений сукцессии водоемов и экспериментальных работ по моделированию биогеохимического цикла углерода.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ГБС «Ротковец» Притыкину И.Н., Ковжину В.Л., Востряковой В.Ю., Дьяконовой И.П. и Кенозерского национального парка — директору Е. Ф. Шатковской, Н.И. Попову, К.С. Воробьеву. Особая благодарность выражается д.м.н., профессору Добродеевой Л. К. за чуткое руководство диссертационной работы Широковой Л.С.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 11-05-98802 «Биогеохимические циклы серы, углерода и сопряженных с ними элементов в экосистемах малых озер Архангельской области», а также программ Президиума УрО РАН № 12-У-5-1034 "Биогеохимические процессы и биоразнообразие экосистем в континууме озеро-река-зона смешения Белого моря" и Президиума РАН № 12-П-5-1021 "Биогеохимические исследования состояния и эволюции экосистем западного сегмента Арктики в условиях изменяющегося климата".

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В МАЛЫХ ОЗЕРАХ ЮГА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н.В. Шорина, Т.Я. Воробьева, Л.С. Широкова, С.А. Забелина, С.И. Климов, О.Ю. Морева,
А.В. Чупаков, О.С. Покровский, Е.И. Собко, А.С. Аксенов*

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

Целью данной работы является изучения содержания и распределения форм железа в разнотипных малых озерах юга Архангельской области. В работах [1, 2] обобщены результаты комплексных исследований, проводимых сотрудниками лаборатории пресноводных и морских экосистем на юге Архангельской области на территории озер Кенозерского национального парка и РГБ «Ротковец».

Интерес к изучению железа обусловлен несколькими причинами: во-первых, повышенными фоновыми концентрациями, связанными со спецификой поверхностных вод бореальной зоны [3]. Повышенное содержание железа может оказывать влияние на биогеохимические циклы других элементов (P, S, C, N и др.). Например, седиментация железа и фосфора в воде в какой-то степени «сдерживает» процесс евтрофирования водоемов. Во-вторых, соединения железа являются природными сорбентами, воды со значительным содержанием железа обладают высокой удерживающей способностью и участвуют в процессах накопления-транспорта большинства микроэлементов в системах питающие болота-ручьи-озера-реки-моря. Кроме того, железо является важным биофильным элементом, токсичность и биодоступность которого определяется формой существования железа в воде.

Основным методом изучения стал фотометрический метод с о-фенантролином, позволяющий определять основные формы железа в воде в условиях полевой лаборатории: Fe^{+2} , Fe^{rast} и Fe^{vzv} . Растворенные формы (Fe^{+2} и общее растворенное железо Fe^{rast}) предварительно фильтровались через МФАС фильтры (0,45 мкм). Валовые и растворенные формы в дальнейшем определялись в полевой лаборатории. Взвешенное железо Fe^{vzv} находили по разности между валовыми и растворенными формами. В комплекс гидролого-гидрохимических наблюдений также входили: определение pH, температуры (T, °C), содержания растворенного кислорода (mgO_2/dm^3). Проверку метода на содержание Fe^{+2} проводили методом стандартных добавок. Выборочно контроль содержания Fe^{rast} проводился вторым независимым методом в образцах после размораживания на атомно-абсорбционном спектрометре novAA-315 (Analytik Jena AG,

Германия), входящем в перечень научного оборудования центра коллективного пользования ИЭПС УрО РАН.

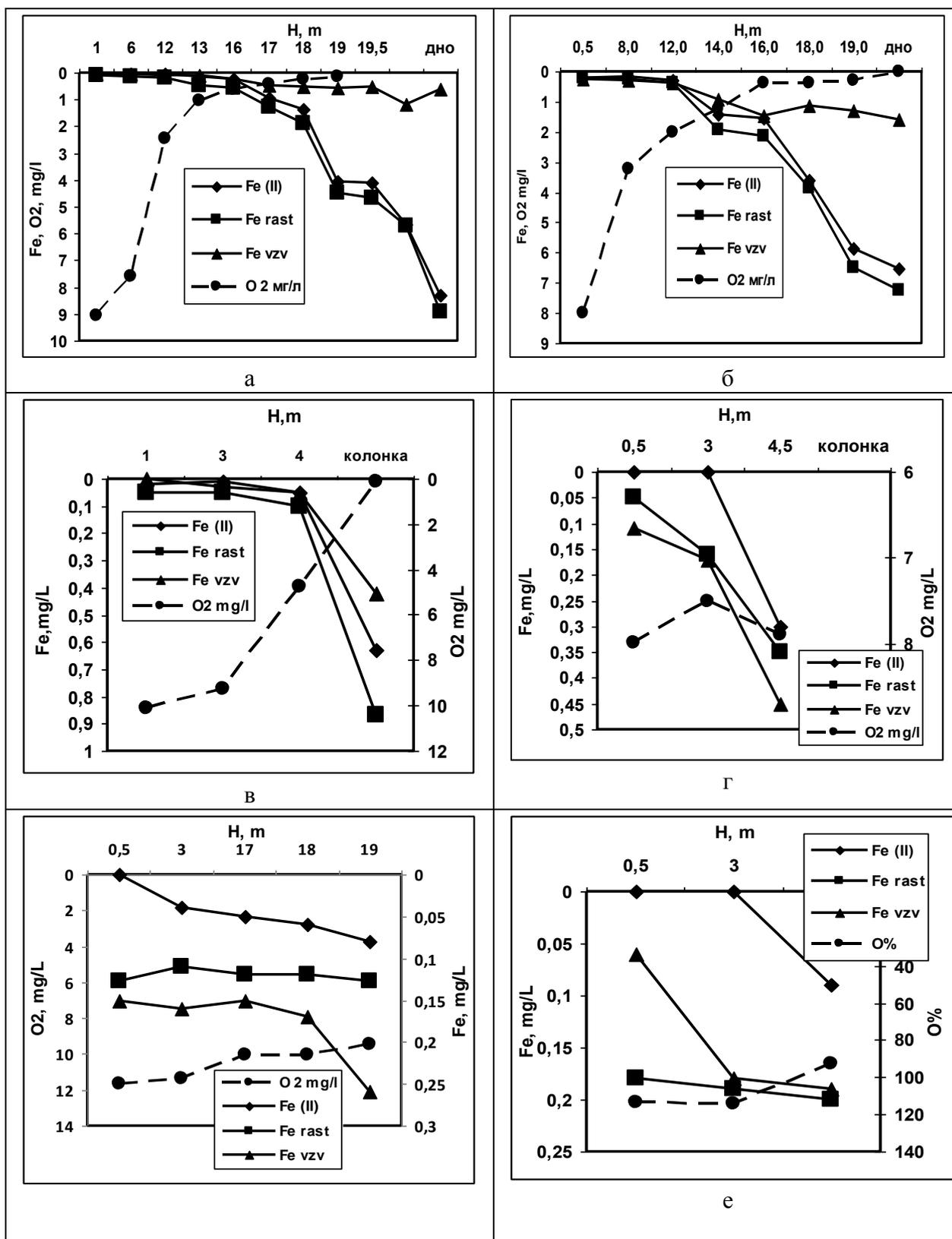


Рисунок 1. Сезонная динамика распределение форм железа на стратифицированной глубоководной станции оз. Масельское: а) март б) июль д) май; нестратифицированном мелководном оз. Вильно в) март г) июль е) май.

По результатам исследования выявлено, что для большинства стратифицированных озер (глубоководные реперные станции оз. Масельгское, Пежехерье, Глубокое, Лекшмозеро) характерно неравномерное распределение железа по толщине водного столба с общей тенденцией увеличения концентраций от поверхности ко дну. Содержание железа в эпилимнионе большинства озер разных типов не превышает 0,1-0,3 мг/л, в тоже время наддонные воды в условиях дефицита кислорода и выхода железа из донных отложений характеризуются многократным повышением концентраций железа (до 20-30 раз). На примере оз. Масельгское (Рис. 1, а, б) показано, что в условиях дефицита кислорода в зимний и летний периоды основная форма нахождения железа в воде – растворенная, представленная на 80-95 % соединениями Fe (II). Предельные концентрации закисного железа в воде озера на глубоководных станциях в изучаемые периоды составляют 6,5-8,9 мг/л, окисного – 0,6-0,7 мг/л.

В мелководных мезотрофных озерах Вильно (Рис. 1, в, г) и оз. Белое воды перемешаны и слабо стратифицированы, с глубинами до 4,5 м и 3 метров соответственно. В условиях отсутствия дефицита кислорода, происходит постепенное увеличение концентрации железа от поверхности ко дну с преобладанием в летний период взвешенной формы, зимой – растворенной, что не противоречит общим закономерностям распределения этого металла по сезонам. В период зимней межени основной растворенной формой становится Fe^{+3} , концентрации общего растворенного железа по вертикали в оз. Вильно 0,1-0,9 мг/л и в оз. Белое 0,6-1,8 мг/л соответственно, при формировании анаэробных условий почти у самого дна резко возрастает содержание Fe^{+2} с концентрациями в оз. Вильно до 0,63 мг/л и в оз. Белое до 0,93 мг/л. В период межсезонной гомотермии, когда усредняются основные гидролого-гидрохимические показатели (рН, Т, минерализация и т.д.) и происходит «переворачивание» вод, характер распределения железа меняется в сторону равномерности с общей тенденцией снижения содержания железа по всему водному столбу (Рис. 1 д, е).

В олиготрофном озере Наглимозеро железо распределено в водной толще равномерно с максимальными концентрациями в зимний период общего растворенного железа по вертикали 0,09-0,11 мг/л и только непосредственно над дном имеется тонкий слой воды, в котором содержание железа повышено до 0,23 мг/л соответственно падению содержания кислорода в этом слое, что является типичным для этого вида озер. Зафиксировать присутствие Fe (II) в воде озера не удалось.

Распределение концентраций железа в сезонном и межгодовом аспекте выявило следующие основные тенденции: увеличение концентраций в зимний период, когда доминируют процессы минерализации ОВ и толщина анаэробной зоны максимальна;

минимальные концентрации железа зафиксированы в период весенне-осенней гомотермии, когда усредняются основные гидролого-гидрохимические показатели, при этом меняется характер распределение в сторону более равномерного, основной доминирующей формой железа в условиях аноксии становится железо Fe (II). Вертикальное распределение железа в периоды стратификации показало минимальные концентрации железа в эпилимнионе большинства стратифицированных озер и многократное увеличение содержания железа к придонному горизонту. В нестратифицированных озерах основной преобладающей формой в летний период является взвешенная форма, зимой – растворенная.

Таким образом, впервые были выявлены особенности сезонного и пространственного распределения форм железа в стратифицированных и нестратифицированных озерах юга Архангельской области.

Исследования выполнены при поддержке программ Президиума УрО РАН № 12-У-5-1034 "Биогеохимические процессы и биоразнообразие экосистем в континууме озеро-река-зона смешения Белого моря" и Президиума РАН № 12-П-5-1021 "Биогеохимические исследования состояния и эволюции экосистем западного сегмента Арктики в условиях изменяющегося климата".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.С. Широкова, Т.Я. Воробьева, С.А. Забелина, С.И. Климов, О.Ю. Морева, О.С. Покровский, А.В. Чупаков, Н.В. Шорина, Е.И. Собко Современное экологическое состояние озер юга Архангельской области // Экология и геологические изменения в окружающей среде северных регионов. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Архангельск, 24–28 сентября 2012 г. (В печати.)
2. Воробьева Т.Я., Климов С.И., Шорина Н.В., Морева О.Ю., Забелина С.А., Широкова Л.С. Гидролого-гидрохимические исследования озер Масельгское и Вильно (Кенозерский национальный парк) // Проблемы региональной экологии. – 2009, №6. С. 57-61.
3. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А., Кудрявцева Л.П. и др. Зональные особенности формирования химического состава вод малых озер на территории Европейской части России // Водные ресурсы, 2006. Т.33. №2. С.163-180.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ РЕК ВЫЧЕГДЫ И СЫСОЛЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО В Г. СЫКТЫВКАРЕ

А.Н. Шушкова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Современные грунты четвертичных отложений вдоль берегов рек Вычегды и Сысолы сформировались под воздействием эрозионного смыва горных пород ледниковых отложений с последующим их переносом и накоплением в тальвиговой части рек, поймы и террас. Наряду с этим процессом в предыстории формирования современных грунтов большую роль играли нетектонические процессы и связанные с ними морские трансгрессии третичного и четвертичного периодов. Осадки трех крупных трансгрессий приходятся на чирвинскую (лихвинскую), днепровскую (печорскую), московскую (вычегодскую) и валдайскую ледниковые эпохи. Наиболее крупной трансгрессией была московская, охватившая почти всю территорию бассейнов рек Печоры, Мезени и Вычегды. Валдайская трансгрессия была ограниченной по размерам и распространялась преимущественно по речным долинам [1]. Таким образом, территория окрестностей г. Сыктывкара была покрыта ледником в первую фазу печорского оледенения. В эпоху вычегодского оледенения эта территория, вероятно, являлась частью мелководного морского залива.

В тектоническом плане г. Сыктывкар расположен вблизи сочленения трех разнородных геологических структур первого порядка – Вычегодского прогиба, Сысольского свода и грабенообразного Кировско-Кажимского прогиба. В неотектоническом плане положительная структура – Сысольский свод, имеет среднюю скорость воздымания; отрицательные структуры: Вычегодский прогиб имеет среднюю, Кировско-Кажимский прогиб – высокую скорость опускания. В сейсмическом плане г. Сыктывкар находится в семибалльной плейстосейстовой области Кировско–Кажимской сейсмогенной зоны [2]. В связи с этим, большое внимание заслуживает изучение устойчивости грунтов сейсмическим воздействиям для рекомендаций в строительстве.

Грунты берегов рек Вычегды и Сысолы в пределах г. Сыктывкара имеют следующее вещественное строение [3]:

А) “Коренные” отложения. Триасовые отложения представлены переслаивающимися глинами. Нижний триас - T_1 , распространен под четвертичными отложениями повсеместно за исключением южной оконечности города, где развиты отложения юры. Глубина залегания четвертичных отложений изменяется от 5-10 до 60-70

метров, основная породообразующая разность - глина. Юрские отложения представлены средней юрой и залегают на размытой поверхности нижнего триаса индско-оленинских отложений. Литологически они представлены глинами и песчаниками. Мощность отложений достигает 50-60 метров.

Б) Четвертичные отложения (Q) в районе г. Сыктывкара залегают непосредственно на отложениях триаса и юры. Причем, в северной и северо-восточной части города четвертичные отложения лежат на породах нижнего триаса, а в юго-западной части города - средней юры. Сложены четвертичные отложения, в основном, суглинками с прослоями супесей и песков. По всему разрезу отмечены включения гальки различных пород. Мощность четвертичных отложений варьирует от 20 до 80 метров.

В районе г. Сыктывкара выделено шесть геоморфологических горизонтов [3]:

1. Голоценовый горизонт:

- Аллювиальные отложения прирусловой и мелкогравийной поймы рек Вычегды и Сысолы - aIV_4 . Литологически представлены супесями, суглинками, песками.

- Озерно-болотные отложения низинных болот - $LbIV_3$. Литологически представлены торфами и иловатыми глинами. Мощность торфов достигает 5 метров.

- Аллювиальные отложения I надпойменной террасы - a^1IV_1 . Литологически представлены песками пылеватыми, мелкими и средними с линзами крупных песков с гравием и галькой, содержание которых изменяется от 5-10 до 50-60%. Текстура слоистая.

2. Бызовский и Полярный нерасчлененный горизонты:

- Аллювиальные отложения II надпойменной террасы - a^2III_{bz-pL} , представлены рыхлыми грунтами, которые относятся к пескам мелко- и среднезернистым, в единичных случаях гравелистым. В естественных условиях залегания пески почти повсеместно находятся в зоне капиллярного влияния или полностью водонасыщены, повсеместно присутствуют тонкие нитевидные прослои легких глин и суглинков, малая мощность которых (0,05-0,1м) не позволяет выделить их как отдельную инженерно-геологическую разновидность. Мощность верхнечетвертичных отложений - первые 1-5 метров разреза, в подошве которого залегают плотные тяжелые суглинки ледникового генезиса.

3. Сулинский и Лайский нерасчлененные горизонты:

- Аллювиальные отложения III надпойменной террасы (пески) - $aIII_{sL-Ls}$. Терраса представлена рыхлыми отложениями.

4. Вычегодский (московский) горизонт:

- Среднечетвертичные флювиогляциальные пески - fIV_{\square} .

5. Печорский (днепровский) горизонт:

- Озерно-ледниковые отложения - $LqIIp$. Представлены незакономерным переслаиванием песков и глин, которые залегают внутри собственно ледниковых отложений в виде линз, залежей и горизонтов мощностью от единиц до 10-20 метров. Здесь выделены пески пылеватые, мелкие и средние, суглинки и глины.

- Ледниковые отложения – $qIIp$, представлены связными породами средней степени литификации с гравием и галькой с подчиненными линзами песков и супесей. Мощность достигает до 50 метров, развиты они повсеместно за исключением поймы р. Вычегды, глубина залегания до кровли от 0,2 до 20 метров.

6. Чирвинский (лихвинский) горизонт:

- Озерно-аллювиальные отложения – $LalI$, озерно-аллювиальные песчаные отложения ($laIII$), залегают на глубинах свыше 25 метров и представлены фациально невыдержанными, пылеватыми, мелкими, средними, крупными песками в подошве с гравием и галькой.

По совокупности природных факторов, главным образом, по несущим свойствам грунтов в пределах территории сыктывкарского массива выделено три типа районов по условиям строительства (рис. 1) [3]:

- Район 1 – с удовлетворительными условиями строительства, где с поверхности залегают плотные моренные суглинки мощностью выше 10–20 м, которые местами перекрыты маломощными аллювиальными или флювиогляциальными песками мощностью 1–5 м. Неблагоприятные факторы района: недостаточная плотность скольжения песков.

- Район 2 – с ограниченно пригодными условиями строительства. Строение зоны – двуслойное: с поверхности до глубины 2 – 3 м залегают пески, ниже – ледниковые, озерно – ледниковые или озерно - аллювиальные суглинки мощностью свыше 20 м. Неблагоприятные условия: верхняя толща склонных к оплыванию песков.

- Район 3 – с неблагоприятными условиями строительства (непосредственно территория г. Сыктывкара). Строение – двуслойное: с поверхности – связные грунты или мелкие пылеватые пески, а с глубин 2 – 3 м – пески средние водонасыщенные мощностью свыше 10 м.

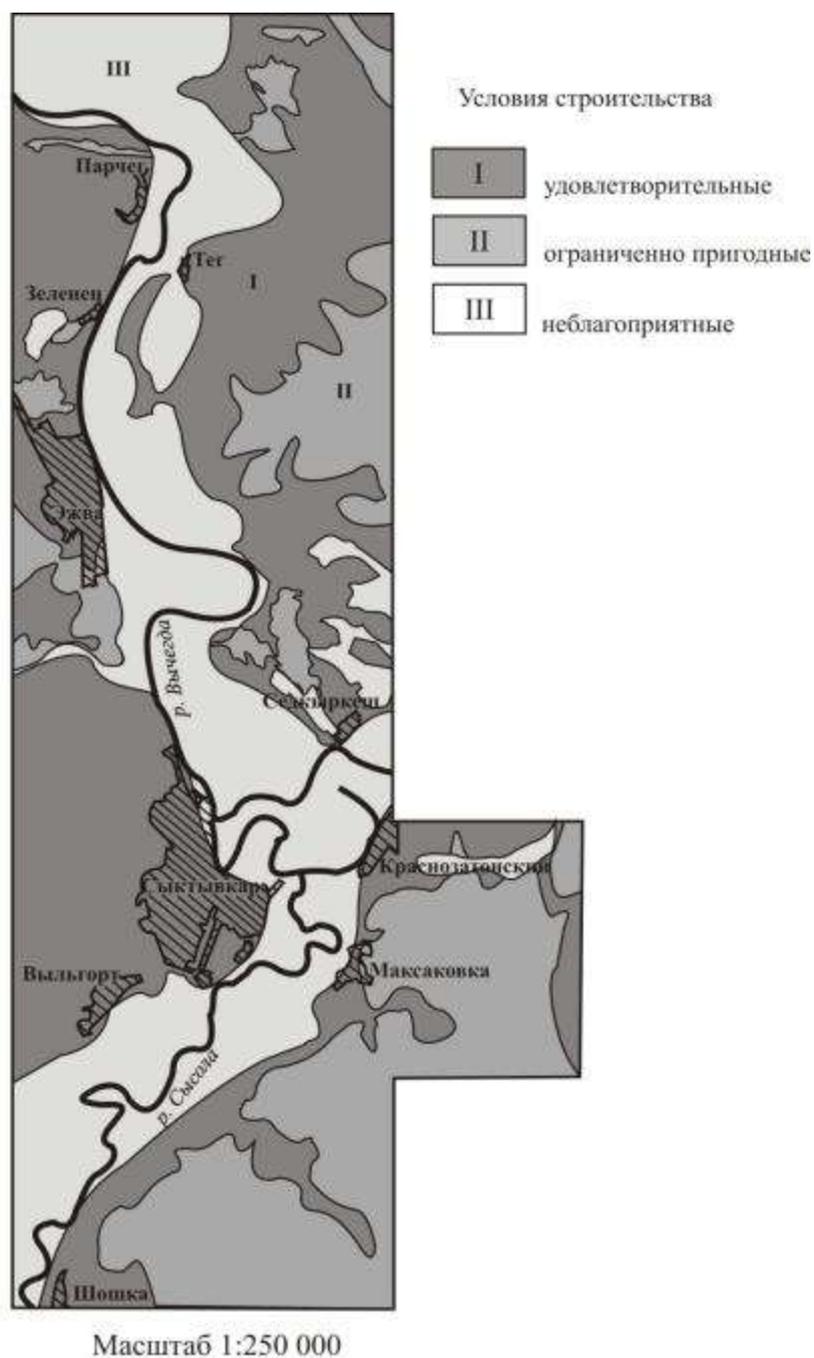


Рисунок 1. Схема распространения территории по условиям промышленного и гражданского строительства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зархидзе В.С. История развития фауны морских малюсков приантлантического сектора Арктики в позднем Кайнозое. Л.: Гидрометеиздат, 1970. С. 186-193.
2. Лютоев В.А. Сейсмогенные зоны Республики Коми и микросейсмрайонирование города Сыктывкара. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 32.
3. Отчет по объекту «Геолого – гидрогеологическая, инженерно – геологическая, геолого – экологическая съемка м – ба 1:50000». Том 1. / В.Ф. Лапицкая, В.А. Лютоев и др. – Сыктывкар, 2000.

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В РАСТЕНИЯХ ЮЖНОЙ КУСТАРНИКОВОЙ ТУНДРЫ

Е.В. Яковлева, Д.Н. Габов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Актуальность исследований содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в растениях обусловлена повышенной опасностью и масштабностью загрязнения почвенного и растительного покрова этими соединениями. Растения представляют собой наиболее уязвимый компонент биоты, так как являются первичными звеньями трофических цепей. Они выполняют основную роль в поглощении разнообразных поллютантов из почвы и подвергаются действию как глобального, так и локального загрязнения. В настоящее время поглощение ПАУ из почвы и атмосферы наиболее изучено для культурных растений, для дикорастущих – сведения немногочисленны. По данным инвентаризации источников ПАУ, проведенной для оценки величины поступления бенз[а]пирена в природную среду, установлено, что глобальная эмиссия этого углеводорода составляет около 5000 т в год, 60 % приходится на процессы, связанные с сжиганием угля [1, 2, 4]. Поэтому изучение накопления ПАУ в зонах действия угольных шахт представляет наибольший интерес.

Цель данного исследования – изучение закономерностей распределения ПАУ в растениях верхнего яруса Большеземельской тундры.

Нами были проведены исследования содержания ПАУ в растениях широко распространенных в тундровой зоне кустарниковых видов: ива шерстистая (*Salix lanata*) и карликовая березка (*Betula nana*). Исследования проведены в Большеземельской тундре Воркутинском районе Республика Коми, с распространением массивно-островной многолетней мерзлоты. Растения отбирались на фоновых и загрязненных участках, в районах угольных шахт: «Воркутинская» и «Юнь-Яга». Почва исследуемых участков – тундровая поверхностно-глеевая.

Для отбора растений на каждом участке были заложены пробные площадки. На каждой площадке пробоотбор проводили из 5 растений, из которых формировали смешанный образец. Размер площадок 500×500 см [3]. После отбора образцы высушивали при комнатной температуре, взвешивали отдельно ветви и листья. Проводили химический анализ проб растений на содержание полиаренов. Ветви и листья анализировали отдельно.

Следует отметить, что массовое соотношение ветви/листья для исследуемых растений было различным. Для карликовой березы 80.5 % по массе составляли ветви, листья 19.5 %, для ивы, соответственно 46.4 % и 53.6 %. Полученные данные использовались для расчета содержания ПАУ в целом растении.

В ходе химического анализа в растениях были идентифицированы следующие ПАУ: нафталин, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен, бенз[ghi]перилен, бензо[b]флуорантен и дибенз[a,h]антрацен (табл.1).

Таблица 1

Массовая доля ПАУ в кустарниках тундры, нг/г.

Состав ПАУ	Фоновый участок				Антропогенно-загрязненный участок			
	<i>Betula nana</i>		<i>Salix lanata</i>		<i>Betula nana</i>		<i>Salix lanata</i>	
	\bar{X}	$S\bar{x}$	\bar{X}	$S\bar{x}$	\bar{X}	$S\bar{x}$	\bar{X}	$S\bar{x}$
нафталин	65.1	8.0	89.8	44.9	177.9	24.9	51.6	25.8
аценафтен	5.8	1.5	3.5	1.8	14.2	5.7	4.8	2.4
флуорен	380.1	91.2	351.2	175.6	580.7	74.6	405.6	202.8
фенантрен	88.4	20.2	62.9	31.4	111.8	3.5	100.7	50.3
антрацен	6.9	2.6	4.9	2.4	7.1	0.1	7.0	3.5
флуорантен	11.7	2.0	7.6	3.8	17.0	3.3	13.6	6.8
пирен	6.3	1.1	4.5	2.3	10.2	3.4	10.9	5.5
бенз[а]антрацен	0.5	0.0	1.0	0.5	1.5	0.4	1.1	0.5
хризен	4.2	0.1	4.0	2.0	9.2	1.4	10.1	5.1
бенз[b]флуорантен	0.0	0.0	0.6	0.3	2.5	0.5	7.6	3.8
бенз[к]флуорантен	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.0	0.5	0.3
бенз[а]пирен	0.4	0.3	1.2	0.6	1.8	0.3	3.0	1.5
дибенз[a,h]антрацен	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	2.0	0.7	0.3
бенз[ghi]перилен	2.2	1.6	1.0	0.5	3.3	1.0	14.9	7.4

Анализ полученных данных показал, что ПАУ в исследуемых растениях фоновых и антропогенных участков представлены, преимущественно, легкими структурами, такими как нафталин, флуорен и фенантрен. В растениях фоновых участков содержатся значительные количества полиаренов. Высокое содержание ПАУ в растениях, вероятно, связано с тем, что полиарены являются необходимыми компонентами растений, участвующими в процессах обмена веществ.

Содержание ПАУ в карликовой березе загрязненных участков превышает фоновые значения в 2-3 раза, для бенз[а]пирена в 5 раз. Исключением являются фенантрен и антрацен их содержание на фоновом и загрязненном участке одинаково. Такой факт можно объяснить преимущественно природным происхождением фенантрена. Лабораторно подтверждено образование фенантрена из стеролов в результате деструкции

алифатических структур. В растениях присутствуют такие производные фенантрена, как абиетиновая и левопимаровая кислота [2].

Для ивы накопление легких ПАУ на загрязненном участке менее выражено, чем для березы. Однако техногенные легкие ПАУ: флуорантен, пирен, хризен и тяжелые полиарены присутствовали в растениях загрязненных участков в большем количестве. Превышение для легких ПАУ составляло 2, 3 раза, для тяжелых до 14 раз [5].

Следует отметить, что качественный состав ПАУ исследуемых растений, примерно, одинаков. Коэффициенты корреляции составляли 0,99. Наблюдали схожесть и по количественному составу полиаренов исследуемых растений. Отметим, что для фонового и загрязненного участков превышение содержания бенз[а]пирена в иве, над его содержанием в березе составляло 3 раза. На загрязненном участке отмечено возрастание содержания тяжелых ПАУ в иве, по сравнению с березой. Исследования показали, что ива в условиях антропогенного загрязнения интенсивнее поглощает наиболее токсичные тяжелые ПАУ, чем береза.

Содержание ПАУ в ветвях и листьях исследуемых растений практически идентично (рис.).

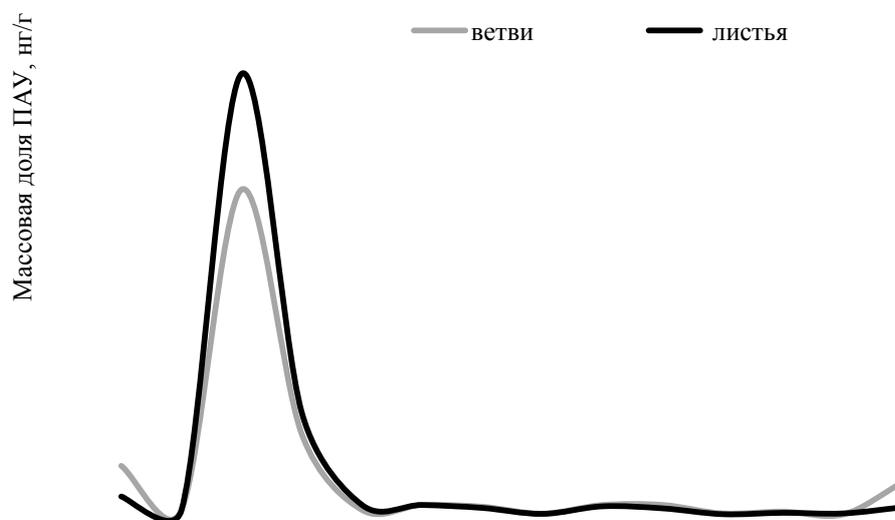


Рисунок 1. Массовая доля ПАУ в ветвях и листьях ивы на загрязненном участке, нг/г.

Как для фоновых, так и для загрязненных участков коэффициенты корреляции составляют 0,94 – 0,99. Этот факт позволяет предположить, что основное поглощение ПАУ растениями происходит, через корневую систему, вследствие чего полиарены равномерно распределяются по всему растению. Корни кустарниковых растений находятся в верхнем органическом горизонте почв, где сосредоточено максимальное количество полиаренов. ПАУ, как органические вещества могут свободно поглощаться растениями из почвы.

Следовательно, на основании проведенных исследований установлено, что в растениях южной кустарниковой тундры было идентифицировано 14 ПАУ: нафталин, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен, бенз[ghi]перилен, бензо[б]флуорантен и дибенз[а,h]антрацен. ПАУ в растениях были представлены преимущественно легкими структурами: нафталином, флуореном и фенантреном. Содержание ПАУ в растениях на техногенных участках превышало фоновые значения в 2-5 раз. В растениях исследуемых видов (ива шерстистая и карликовая береза) качественный состав полиаренов был практически одинаков. Следует отметить, что ива, в условиях антропогенного загрязнения, интенсивнее поглощала тяжелые ПАУ, чем береза. Для исследованных растений характерно равномерное распределение ПАУ по органам: ветвям и листьям, что может быть связано с поступлением ПАУ через корневую систему.

Работа выполнена при финансовой поддержке программой УрО РАН № 12-У-4-1003 и РФФИ № 11-04-00086

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988. 343 с.
2. Ровинский Ф. Я., Теплицкая Т. А., Алексеева Т. А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 224 с.
3. Родин Л. Е., Ремцов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л: Наука, 1968. 143 с.
4. Яковлева Е. В., Безносиков В. А., Кондратенок Б. М., Габов Д. Н. Закономерности биоаккумуляции полициклических ароматических углеводородов в системе почва-растения биоценозов северной тайги // Почвоведение, №3. 2012. С. 356-367.
5. Яковлева Е. В., Габов Д. Н. Полициклические ароматические углеводороды в системе почва-растение. Saarbrücken: Lap Lambert academic publishing, 2011, 217 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Антоновская Г.Н.</i> О ФЕЛИКСЕ НИКОЛАЕВИЧЕ ЮДАХИНЕ – УЧИТЕЛЕ И НАСТАВНИКЕ.....	3
<i>Шаров Н.В.</i> . Ф.Н. ЮДАХИН, ВОСПОМИНАНИЯ.....	7
<i>Артемкина Н.А.</i> . СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЕМРЕTRUM HERMARHRODITUM HAGER. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЕЛОВЫЕ И СОСНОВЫЕ ЛЕСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	9
<i>Барабанова Л.В., Варзугина Е.Н.</i> . ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В БИОИНДИКАЦИИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ	13
<i>Басакина И.М., Пудова И.В.</i> . ПЕРЕДАЧА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗДАНИЙ НА ГРУНТ ОСНОВАНИЙ	16
<i>Беленович Т.Я., Кутинов Ю.Г.</i> СРАВНЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГРАНИЦ ЕВРОАЗИАТСКОЙ ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЫ	21
<i>Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Аксёнова О.В.</i> БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕЛИКТОВЫХ ОЗЕР НА ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ СУБАРКТИКИ.....	24
<i>Бечина И.Н., Попова Л.Ф.</i> ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И МИГРАЦИИ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА НОВОДВИНСКА	29
<i>Боголицын К.Г., Кузнецова И.А., Бровко О.С., Ларионов Н.С., Паламарчук И.А., Бойцова Т.А.</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ (II) ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ	33
<i>Ваганова Н.В.</i> СКОРОСТНЫЕ МОДЕЛИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРА РУССКОЙ ПЛИТЫ.....	36
<i>Вахрушева О.М., Канева А.В.</i> ЛАТЕРАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ПОЙМЫ Р.ВЯТКА ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА.....	40
<i>Вихрев И.В., Болотов И.Н.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ПРЕСНОВОДНОЙ ЖЕМЧУЖНИЦЫ MARGARITIFERA MARGARITIFERA (L., 1758) В ЛЕСОСПЛАВНЫХ РЕКАХ БАСЕЙНА ЮЖНОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ	45
<i>Габлин В.А., Большаков М.О., Говорова Л.В., Шанин С.О., Логинова А.И.</i> О ПОГРЕШНОСТЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ СРЕД.....	48
<i>Гаврилова Н.А., Гусакова М.А., Боголицын К.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ХИМИКО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ.....	51
<i>Глушков Д.В.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОГО ГАММА-КАРОТАЖА КЕРНА.....	55
<i>Глянцева Ю.С., Зуева И.Н., Чалая О.Н., Лифшиц С.Х.</i> ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОСЛЕ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА.....	59
<i>Гусакова М.А.</i> ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП.....	63

<i>Давыдов Р.А.</i> ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ЕВРО-АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.....	67
<i>Дробиз М.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНОЙ-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ	70
<i>Дулов В.О.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКАЧКИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ НА РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	74
<i>Евдокимова В.П., Сеницкая Е.Н., Бахматова Ю.А.</i> СЕЛЕН В КОМПОНЕНТАХ ЭКОСИСТЕМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	77
<i>Ермолин Б.В.</i> СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	81
<i>Ершов В.В., Лукина Н.В.</i> МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	83
<i>Ефимов В.А.</i> БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ.....	87
<i>Ефимов В.А., Давыдов А.Н.</i> МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	91
<i>Ефремова О.П., Наквасина Е.Н.</i> МЕДЬ, ЦИНК, НИКЕЛЬ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	94
<i>Зубов И.Н., Боголицын К.Г., Гусакова М.А., Хвиузов С.С., Лобанова М.А.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ГЕТЕРОТЕРМАЛЬНЫХ ЗОН.....	97
<i>Иванова Е.В., Морозов А.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	100
<i>Иванцов А.Ю.</i> УНИКАЛЬНЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ОСТАНКОВ ДРЕВНЕЙШИХ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: 15 ЛЕТ ПОПЫТОК СОЗДАНИЯ ООПТ	104
<i>Киселев Г.П., Зыков С.Б., Утузикова Л.В.</i> МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЭФФЕКТА ЧЕРДЫНЦЕВА-ЧАЛОВА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ.....	108
<i>Киселева И.М., Пучков А.В., Краучюнас В.В., Баженов А.В.</i> АКТИВНОСТЬ ИЗОТОПОВ ¹³⁷ Cs, ⁴⁰ K, ²³² Th, ²²⁶ Ra, ²²² Rn В ПОЧВАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.	112
<i>Кокрятская Н.М., Титова К.В.</i> ПРОЦЕССЫ ДИАГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФАТРЕДУКЦИИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕР РОТКОВЕЦКОЙ ГРУППЫ	117
<i>Колосова Ю.С., Потапов Г.С., Болотов И.Н.</i> ШМЕЛИ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS SPP.) В НЕКОТОРЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ОСТРОВОВ КУНАШИРА И ЮГА САХАЛИНА	121
<i>Кондратов Н.А.</i> СКАНСЕНЫ КАК ПРИМЕР РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ	124
<i>Костин Н.Г.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ НИЗКОПОРИСТЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН.....	128

<i>Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б.</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РФ КОСМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	132
<i>Лебедев А.А., Лукин Л.Р.</i> ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА ПО РУКАВАМ В ЛЕТНЮЮ МЕЖЕНЬ.....	136
<i>Лобанова М.А., Зубов И.Н., Гусакова М.А., Боголицын К.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ (<i>POPULUS TREMULA</i>) НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО	138
<i>Лукьянов С.А., Шварцман Ю.Г.</i> ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УСТЬЕВЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА И БЕЛОГО МОРЯ.....	142
<i>Любас А.А.</i> НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ, МОРФОЛОГИИ РАКОВИН И ПАЛЕОЭКОЛОГИИ ИСКОПАЕМЫХ МОЛЛЮСКОВ УРОЧИЩА ПЫМВАШОР (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)	146
<i>Малов А.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПОВ УРАНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТЕЙ РАСТВОРЕНИЯ ПОРОД	148
<i>Михайлов К.Л., Михайлова Г.В.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	151
<i>Михайлова Г.В.</i> ВЛИЯНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СОЦИАЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕВЕРНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ	154
<i>Мосеев Д.С.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСТРОВНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПЕТРОФИТНЫХ ТУНДР ЮЖНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ НОВОЙ ЗЕМЛИ В ПРОЛИВЕ КАРСКИЕ ВОРОТА.....	157
<i>Надеин А.Ф.</i> ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ	161
<i>Пальцер И.С.</i> АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МОРФОЛОГИИ ТЕРМАЛЬНЫХ ВИДОВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА LYMNAEIDAE.....	165
<i>Пермиловская А.Б.</i> КУЛЬТУРНЫЕ СМЫСЛЫ НАРОДНОЙ АРХИТЕКТУРЫ РУССКОГО СЕВЕРА	166
<i>Потапов Г.С., Болотов И.Н.</i> ЗООГЕОГРАФИЯ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA: APIDAE, <i>BOMBUS LATR.</i>) НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЫ	172
<i>Рачкова Н.Г., Шуктомова И.И.</i> МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ УРАНА И РАДИЯ В ВОДОЕМАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ БЫВШЕГО РАДИЕВОГО ПРОМЫСЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)	174
<i>Рогач А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ	177
<i>Романис Т.В., Скютте Н.Г.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВЛИЯНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (УРОЧИЩЕ ПЫМВАШОР, БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА).....	181
<i>Рубцова Н.А., Троянская А.Ф., Вахрамеева Е.А.</i> УРОВНИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	183

<i>Слобода А.А., Гусакова М.А., Боголицын К.Г.</i> ХРОМАТО – МАСС – СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СТОЧНОЙ ВОДЕ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ.....	186
<i>Тарасова Н.П., Мискевич И.В.</i> ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ В ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ ВЫЧЕГДЫ В НАЧАЛЕ ХХІ ВЕКА	190
<i>Тарханов С.Н., Бирюков С.Ю.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	193
<i>Торцева Т.В., Попова Н.Р., Боголицын К.Г.</i> КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИГНИННЫХ ВЕЩЕСТВ МОЛЕКУЛЯРНЫМ КИСЛОРОДОМ В КИСЛОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТОВ	198
<i>Троянская А.Ф., Вельямидова А.В.</i> ПРИОРИТЕТНЫЕ СОЗ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	201
<i>Троянская А.Ф., Колпакова Е.С., Вельямидова А.В.</i> ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ УСТОЙЧИВЫМИ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СВЯТОЕ ..	205
<i>Ульяновский Н.В., Покрышкин С.А., Косяков Д.С., Кожевников А.Ю., Боголицын К.Г.</i> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСОКОТОКСИЧНОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ МЕТОДОМ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ.....	208
<i>Усачева Т.В., Попова Л.Ф.</i> ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД Г. СЕВЕРОДВИНСКА	212
<i>Ухов Н.В.</i> ДЕНДРОИНДИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	215
<i>Fedyuk R.S.</i> THE STUDY OF FLORA SPECIALLY PROTECTED AREAS OF CHUKOTKA (FOR EXAMPLE OF STATE NATURE RESERVE "WRANGEL ISLAND").....	220
<i>Французова В.И., Данилов К.Б.</i> ПРОСВЕЧИВАНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ ФОНОВЫМИ МИКРОСЕЙСМАМИ	224
<i>Химич Ю.Р., Мельник Н.А.</i> РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	228
<i>Худякова Т.П.</i> ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ	231
<i>Чагина Н.Б., Зайцева Е.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	235
<i>Чистова З.Б., Кутинов Ю.Г.</i> ПРОЦЕССЫ ДЕГАЗАЦИИ И ИОНИЗАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР.....	238
<i>Чуракова О.В.</i> CULTURA & NATURA. РЕСУРСЫ ХУЖОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ И ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	242
<i>Шахова Е.В., Данилов К.Б., Морозов А.Н.</i> МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА О. АЛЕКСАНДРЫ (АРХ. ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА)	246
<i>Шварцман Ю.Г.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА АРКТИКИ	250

<i>Широкова Л.С., Воробьева Т.Я., Забелина С.А., Климов С.И., Морева О.Ю., Покровский О.С., Чупаков А.В., Шорина Н.В., Собко Е.И.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕР ЮГА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	253
<i>Шорина Н.В., Воробьева Т.Я., Широкова Л.С., Забелина С.А., Климов С.И., Морева О.Ю., Чупаков А.В., Покровский О.С., Собко Е.И., Аксенов А.С.</i> СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В МАЛЫХ ОЗЕРАХ ЮГА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	257
<i>Шушкова А.Н.</i> ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ РЕК ВЫЧЕГДЫ И СЫСОЛЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО В Г. СЫКТЫВКАРЕ.....	261
<i>Яковлева Е.В., Габов Д.Н.</i> ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В РАСТЕНИЯХ ЮЖНОЙ КУСТАРНИКОВОЙ ТУНДРЫ.....	265

Компьютерная верстка А.Е. Бызов

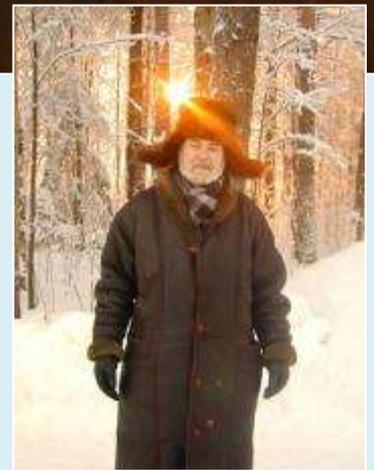
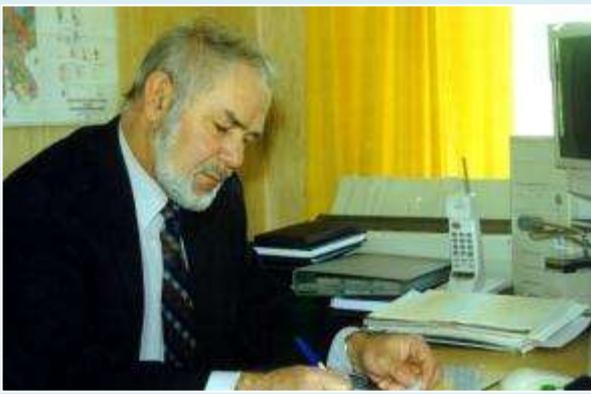
Использованы фотографии сотрудников Института экологических проблем
Севера УрО РАН

Подписано в печать 02.08.2012 Формат 60x84/8

Усл. печ. л.35 Тираж 150 экз. Заказ №802.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-
макета в ООО «Типография №2».

163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, д. 32.



**Институт экологических проблем Севера
Архангельского НЦ Уральского отделения РАН
163000 Архангельск, наб. Северной Двины, 23
т/ф (8182) 28-76-36**

www.iepn.ru